WACHSTUMSSTÖRUNGEN NACH VERLETZUNGEN IM BEREICH DER EPIPHYSENFUGEN BEIM HUND

Christine Kammermeier

1981

Aus der Chirurgischen Tierklinik
der Tierärztlichen Fakultät der Universität München
Vorstand: Prof.Dr.Dr.h.c. H. Schebitz

Wachstumsstörungen nach Verletzungen im Bereich der Epiphysenfugen beim Hund

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

von
Christine Kammermeier
aus
Ginglkofen

München 1981

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. J. von Sandersleben

Referent: Prof. Dr.Dr.h.c. H. Schebitz

Korreferent: Prof. Dr. B. Vollmerhaus

Tag der Promotion: 27. Februar 1981

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Meinen Eltern

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546820_0073

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
1.	EINLEITUNG	1
2.	LITERATUR	2
2.1.	Entstehung der langen Röhrenknochen	2
2.2.	Aufbau der Epiphysenfuge	4
2.3.	Gefäßversorgung der Epiphysenfugen	6
2.4.	Einteilung der Fugenverletzungen	7
2.5.	Entstehung der Fugenverletzungen	9
2.6.	Reaktionen der Wachstumsfuge	10
2.6.1.	Wachstumsstimulation	10
2.6.2.	Wachstumsverzögerung	10
2.6.3.	Fugenschluß	11
2.7.	Einfluß von Osteosynthesen auf die Wachstumsfuge	11
3.	EIGENE UNTERSUCHUNGEN Dokumentationsanalyse aus den Jahren 1975 - 1979	12
3.1.	Allgemeiner Teil	12
3.1.1.	Anzahl	12
3.1.2.	Anzahl und Geschlecht	12
3.1.3.	Anzahl und Alter	13
3.1.4.	Alter und Geschlecht	15
3.1.5.	Rasseverteilung	16
3.1.6.	Rasse und Alter	17
3.1.7.	Anzahl der Fugenverletzungen an Vorder- und Hintergliedmaßen	18
3.2.	Proximale Humerus-Epiphysenfuge	20
3.3.	Distale Humerus-Epiphysenfuge	24
3.3.1.	Epiphysiolyse mit metaphysärem Fragment	27
3.3.2.	Epiphysenfraktur	29
3.4.	Proximale Radius-Epiphysenfuge	32
3.5.	Distale Radius-Epiphysenfuge	37
3.5.1.	Epiphysiolyse	41
3.5.1.1.	Epiphysiolysis radii und Ulnafraktur	43
3.5.1.2.	Epiphysiolysis radii et ulnae	43

3.5.2.	Epiphysiolyse mit metaphysärem Fragment	44
3.5.3.	Stauchung	46
3.6.	Distale Ulna-Epiphysenfuge	47
3.7.	Distale Femur-Epiphysenfuge	49
3.7.1.	Distale Femur-Epiphysiolyse	52
3.7.2.	Distale Femur-Epiphysiolyse mit metaphysärem Fragment	53
3.7.3.	Distale Femurfugen-Fraktur	57
3.8.	Proximale Tibia-Epiphysenfuge	59
3.8.1.	Proximale Tibia-Epiphysiolysis	61
3.8.2.	Proximale Tibia-Epiphysiolysis mit metaphysärem Fragment	64
3.8.3.	Proximale Tibia-Epiphysenfugenfraktur mit metaphysärem Fragment	70
3.9.	Distale Tibia-Epiphysenfuge	72
4.	DISKUSSION	74
5.	ZUSAMMENFASSUNG	81
6.	SUMMARY	83
7.	LITERATURVERZEICHNIS	84

Einleitung

"Die Wachstumsfuge stellt zusammen mit dem Röhrenknochen eine morphologische und funktionelle Einheit dar und muß entsprechend ihrer Aufgabe als Wachstumsorgan betrachtet werden.Einerseits regelt der Fugenknorpel den stetigen Längenzuwachs der Röhrenknochen,andererseits vollzieht er in apophysärer Position die jeweilige genetisch determinierte Formausgestaltung der Epiphysen",(COTTA 1977).

Deshalb haben Verletzungen der Epiphysenfugenscheiben große Bedeutung.

Meine Aufgabe ist es,Verletzungen im Bereich der Wachstumsfugen der langen Röhrenknochen und ihre Folgen bei Hunden,die von 1975 bis 1979 in der Chirurgischen Universitätstierklinik eingeliefert wurden,zu erfassen und auszuwerten.

2. LITERATUR

2.1 Entstehung der langen Röhrenknochen

Die langen Röhrenknochen entstehen durch perichondrale und enchondrale Ossifikation aus den knorpeligen Vorstufen. Die Ossifikation beginnt pränatal in der Diaphysenmitte und schreitet in Richtung auf die Epiphysen fort. Um die knorpelig vorgebildete Diaphyse bildet sich von der Kambiumschicht des Perichondriums ausgehend eine knöcherne Hülle. Etwa zum gleichen Zeitpunkt setzt die enchondrale Ossifikation in der Diaphysenmitte ein. Die Knorpelgrundsubstanz verkalkt und wird anschließend durch die Mesenchymzellen der einwuchernden Gefäße aufgelöst. Es entsteht die primäre Markhöhle. Osteoblasten scheiden um die Reste der Kalk-Knorpelbälkchen Knochenmatrix ab, die in der Folge mineralisiert wird.

Die Verknöcherung in den Epiphysen beginnt erst nach der Geburt. Zwischen der verknöcherten Epi- und Diaphyse bleibt eine Knorpelscheibe, die Epiphysenscheibe, bestehen. In dieser Zone vollzieht sich das Längenwachstum des Knochens. Für die Dickenzunahme des Fugenknorpels ist appositionelles, vom Perichondrium ausgehendes Wachstum verantwortlich. Wachstumspotenz und Fugenschluß sind für die einzelnen Fugen, wie auch individuell und rasseabhängig verschieden (siehe Tgb. 1). Bereits OLLIER (1873) und SCHWALBE (1876) fanden, daß sich das Hauptlängenwachstum der langen Röhrenknochen der Vordergliedmaße an den ellbogenfernen Fugen vollzieht. Für jene an der Hintergliedmaße sind vor allem die kniegelenknahen Fugen für das Wachstum verantwortlich. HENSCHEL (1973) kam zu ähnlichem Ergebnis. Er fand abweichend, daß Tibia und Fibula annähernd gleich nach proximal und distal wachsen. Angaben über die genaue Beteiligung der Fugenknorpel am Längenwachstum liegen nicht vor. Der Aufbau der Wachstumsfuge wurde schon im 18. Jahrhundert von HUNTER (1978) beschrieben und dann später durch GOODSIR (1845), VIRCHOW (1851), KÖLLIKER (1873), WAGNER (1874) und SCHWALBE (1876) ergänzt (Abb. 1). Die für das Verständnis wichtigen Zusammenhänge sind im folgenden beschrieben. Dabei ist auf die Arbeiten von TRUETA und AMATO (196o), TRUETA und MORGAN (196o), KNESE und KNOOP (1961),

Tab. 1 Epiphysenfugenschluß
langer Röhrenknochen bei Hunden verschiedener Rassen

		Schaeffer	Seoudi	Smith/ Allcock	Hare 1959	Hare 1960	Sumner-Smith	Chapman	Widmer Schroeder
Humerus-Fuge	prox	13,5	12	14-14,5	10-12	12-15	10	8-10,5	10,5-12
	dist		7-8	8	6-8	7-8	5-8	4,5-8	5,5-6,5
Radius	prox	8,5-13,5	9	11,5	9	9-10	5-8	7,5-8,5	9-11
	dist	8,5-13,5	12	11,5	10-12	9-12	6-9	7,5-8,5	9-11
Ulna	dist	8,5	12	11	10-12	9-11	6-8	7,5-8,5	9-11
Femur	prox	13	10	10,5		10-12	6-9	6-9	11-12
	dist	14	12	10,5		9-14	6-8	6-8	11
Tibia	prox	8-14	12-13	13-14		10-12	6-11	6-11	11-12
	dist	8-14	11	10		9-10	5-8	5-8	8,5-11
Fibula	prox	8-14	12	11,5		10-11	6-10	6-10	11-12
	dist	8-14		10,5		8-13	5-8	5-8	10-11

Schaeffer (1934) - Foxterrier, Dackel, Renpinscherbastard, Spitzbastard
Seoudi (1948) - Egyptian Armant dog
Smith/Allcock (1960) - 28 Greyhounds aus 6 verschiedenen Würfen
Hare (1959b) - 8 Hunde aus 2 Rassen (DS, Collie)
Hare (1960) - 3 DS, 5 Collies, Knochenpräparate von 141 Vordergliedmaßen 70 Hintergliedmaße
Sumner-Smith (1966) - 259 Hunde aus 29 Rassen sowie Bastarde
Chapman (1965) - 7 Beagles aus 2 Würfen
Schroeder(1978) und Widmer(1978) DS

SALTER und HARRIS (1963), TRUETA (1963), STEINERT (1965), GRAU und WALTER (1967), HENSCHEL (1972, 1973), COTTA (1977), MORSCHER (1977), NICKEL-SCHUMMER-SEIFERLE (1977), WEBER, BRUNNER und FREULER (1978), COTTA und RAUTTERBERG (1979), KNESE (1979), SCHEBITZ, VOLLMERHAUS, BRUNNBERG, MATIS, ROOS, WAIBL, KÖSTLIN (1980) zu verweisen.

2.2. Aufbau der Epiphysenfuge

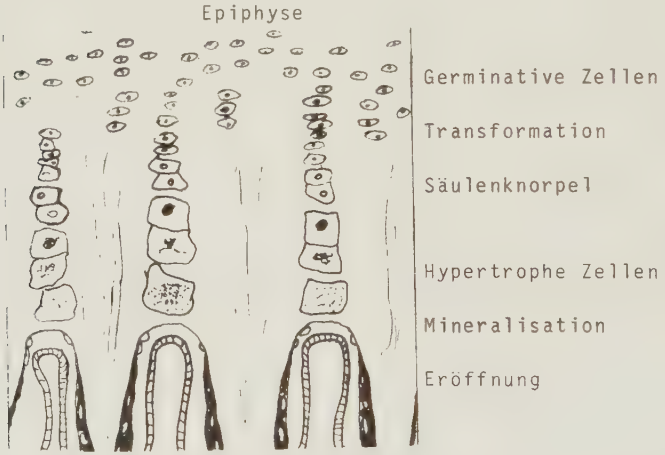


Abb. 1 Schematische Darstellung der Epiphysenfuge im Längsschnitt; in Anlehnung an SUESSENBACH und WEBER (1970)

An die knöcherne Epiphyse schließt sich eine schmale Zone germinativer Zellen an. Dieser Bereich wird als Ruheknorpel bezeichnet.
In der Transformationszone wird von den unregelmäßig angeordneten Zellen Interzellularsubstanz gebildet. Am Übergang zur nächsten Zone, der Zone des Säulenknorpels, ordnen sich die Zellen, wahrscheinlich durch eine gerichtete Extrusion der

Interzellularsubstanz allmählich säulenförmig an. Durch längsgerichtete kollagene Fibrillen und Proteoglykane werden die Zellen mit der Interzellularsubstanz zu säulenartigen Kompartimenten zusammengefaßt. In diesen Kompartimenten sind die einzelnen Zellen durch transversale Septen getrennt. In der Zone des Säulenknorpels findet die Zellvermehrung statt. Die Zone der hypertrophen Knorpelzellen folgt unmittelbar auf die Zone des Säulenknorpels. Die sich vor allem in Richtung der Längsachse vergrößernden Zellen stellen eine Reifungsphase auf dem Weg zu den metaphysären Osteoblasten dar. In dieser Zone speichern die Zellen Glykogen. In der nächsten Zone, der Mineralisationszone, ist dieses nicht mehr nachweisbar. Hier werden vor allem in den Längssepten Mineralien in Form von Kristallnadeln eingelagert. In der Eröffnungszone, mit der die Metaphyse beginnt, treten von der metaphysären Seite her Blutgefäße an die nicht - oder wenig mineralisierten Transversalsepten. Durch Auflösung der organischen Interfibrillärsubstanz der Querwände werden die Knorpelhöhlen eröffnet. Osteoblasten lagern sich an die verkalkten Längssepten und ummanteln sich mit Knochengrundsubstanz. Die Längssepten werden damit zu Leitschienen für den Knochenersatz (primäre Spongiosa).

Unter physiologischen Bedingungen erfolgen die Schritte der Knorpelneubildung, der Umwandlung in ein mineralisiertes Gewebe und der anschließenden Chondrolyse in einem "Fliessgleichgewicht" (COTTA 1977). Der von der Fuge produzierte Zuwachs nimmt langsam bis zum Wachstumsabschluß ab. Vor der Pubertät kommt es, wahrscheinlich durch die vermehrte Ausschüttung von somatotropem Hormon zu einem Wachstumsschub, der auch mit einer Erhöhung der Epiphysenfuge, besonders in der Zone der hypertrophen Zellen einhergeht. MORSCHER und DESAULLES (1964) und MORSCHER (1968) zeigten an Ratten, bei Untersuchungen über die Festigkeit der proximalen Tibia-Epiphysenfuge gegenüber Zugkräften, daß die Fuge vor und während der Sexualreife eine Schwächung ihrer mechanischen Resistenz aufweist. Dies war bei männlichen Tieren ausgeprägter als bei weiblichen.

2.3. Gefäßversorgung der Wachstumsfuge: (Abb. 2)

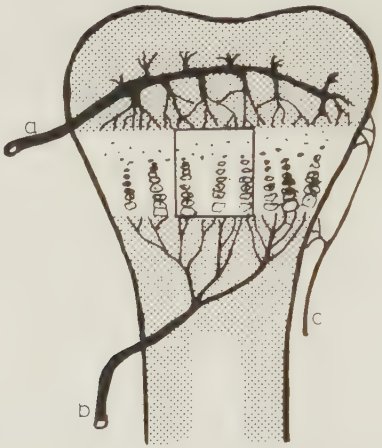


Abb. 2 Schematische Darstellung der Blutversorgung der Epiphysenfugenscheibe; in Anlehnung an SUESSENBACH und WEBER (1970)
a = epiphysäres, b = metaphysäres, c = perichondrales Gefäßsystem

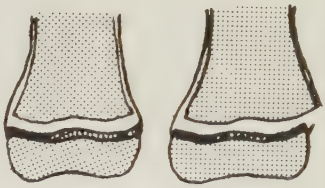
Man unterscheidet drei Gefäßsysteme an den Röhrenknochenenden, ein epiphysäres, ein metaphysäres und ein perichondrales Gefäßsystem (Abb.2).
Der gefäßlose hyaline Fugenknorpel wird durch Diffusion ernährt. Die epiphysäre Arterie versorgt die Zone der germinativen und proliferativen Knorpelzellen. Die metaphysäre Arterie versorgt die Zone der hypertrophen Zellen, die angrenzende Zone der Mineralisation und der primären Verknöcherung. Beide Gefäße haben bis zur Vereinigung nach Wachstumsabschluß nur oberflächliche Anastomosen im Periost. Außerdem versorgt noch das perichondrale Gefäßsystem den vom Perichondrium durch Apposition gebildeten Knorpel.
Bei Verletzung der epiphysären Gefäße entsteht eine Nekrose der germinativen Zellen; eine bleibende Wachstumsstörung ist die Folge.
Eine Unterbrechung des metaphysären Blutflusses bedingt ein Anwachsen der Zellen in der Proliferationszone. Die Verknöcherung bleibt aus. TRUETA und MORGAN (1960) fanden

an der proximalen Tibia von Ratten ein Anwachsen von 10 - 16 Zellen pro Tag. Nach etwa sechs Tagen wird der Vorgang durch den ansteigenden Druck beendet. Den fehlenden Blutzufluß kompensieren nach einiger Zeit Gefäße aus der Nachbarschaft. Daher ist die entstehende Wachstumsstörung vorübergehend.
Bei Störung der Blutzufuhr im Bereich des perichondralen Rings bilden sich unregelmäßige Exostosen, TRUETA und AMATO (1960).
Gegen Wachstumsende nimmt der Fugenknorpel an Breite ab. Die Gefäße von Epi- und Metaphyse durchbrechen ihn und vereinigen sich zu einem Gefäßgebiet. Der Knorpel wird resorbiert.

2.4. Einteilung der Fugenverletzungen
Die Epiphysenfugenverletzungen werden in der Literatur nach verschiedenen Kriterien eingeteilt. BERGENFELDT (1933), AITKEN (1936), SALTER und HARRIS (1963) und STEINERT (1965) leiten ihre Einteilung von pathologisch - anatomischen Gesichtspunkten ab, während MORSCHER (1977) vom Unfallmechanismus ausgeht(Abb.30 a-f).

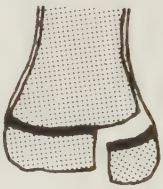
Einteilung der Fugenverletzungen nach SALTER und HARRIS (1963) (Abb. 3 a-f)

Epiphysenlösung, Abb. 3 a
die Lostrennung findet am metaphysären Übergang statt



Epiphysenlösung mit metaphysärem Fragment Abb. 3 b
die Lösung erfolgt nicht in der gesamten Fugenbreite, ein kleiner metaphysärer Keil bleibt an der Epiphyse haften

Epiphysenfraktur Abb. 3 c
Fraktur, vom Gelenk bis in die Wachstumsfuge reichend



Epiphysenfraktur mit metaphysärem Fragment Abb. 3 d
Fraktur, vom Gelenk durch die Epiphyse und die Fuge bis in die Metaphyse ziehend

Stauchung Abb. 3 e, f
irreversible Schädigung der Zellen im Stratum germinativum

2.5.
Die Verletzungen entstehen durch Druck-, Zug-, Biege- und Scherkräfte (Abb. 4 a, b)

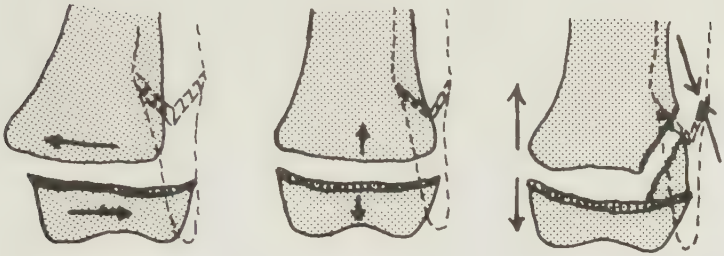


Abb. 4 a Scher-, Biege- und Zugkräfte führen zur Epiphysenlösung

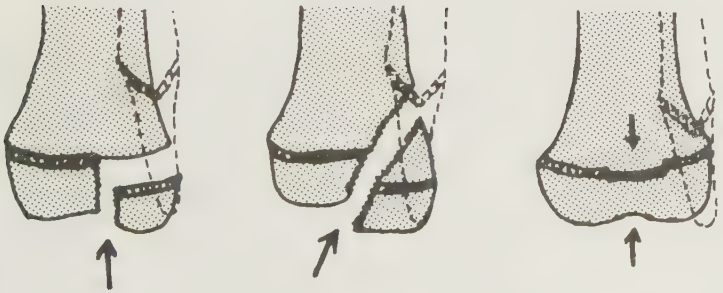


Abb. 4 b Druckkräfte bewirken eine Fraktur oder Stauchung der Fuge (Abbildungen in Anlehnung an MORSCHER 1977)

Nach MORSCHER (1977) verursacht jede dieser Kräfte einen bestimmten Verletzungstyp. Bei Scher-, Biege- und Zugkräften reagiert das Knorpelgewebe empfindlicher: Es entsteht eine Epiphysenlösung (Abb. 4 a). Diese erfolgt im Bereich der Zone der hypertrophen Knorpelzellen und der Eröffnungszone, da hier infolge des geringeren Interzellularvolumens im Verhältnis zum Zellvolumen die mechanisch schwächste Stelle liegt. Dabei bleibt die Gefäßversorgung intakt. Das Stratum germinativum wird nicht geschädigt. Wachstumsstörungen sind primär nicht zu erwarten. Sekundäre Verletzungen der Zellen in der Germinativzone, z.B. durch Infektion oder durch gewaltsame Repositionsmanöver können Wachstumsstörungen zur Folge haben.
Bei Druckkräften gibt das Knochengewebe nach (Abb. 4 b). Im Bereich der Epiphyse entsteht eine Epiphysenfraktur. Die Fraktur der Epiphyse reicht bis in die Fuge oder durch diese hindurch. Entscheidend ist, daß es hierbei schon primär durch den Unfall zu einer Verletzung der Zellen im Stratum germinativum kommt. Ebenso können Ernährungsstörungen der Zellen durch eine unterbrochene Blutzufuhr auftreten. Bei der Stauchung der Fuge werden die Zellen im Stratum germinativum durch Druckkräfte irreversibel geschädigt.

2.6. Reaktionen der Epiphysenfuge

2.6.1. Eine Wachstumsstimulation kann durch vermehrte Blutzufuhr in den epiphysealen Gefäßen verursacht werden. Das konnte durch Manipulation am Knochen - "periostal stripping", Füllen der Markhöhle mit Knochen oder Fremdmaterial - experimentell und auch klinisch nachgewiesen werden. Eine einmalige kurze Störung soll dagegen durch eine Art Regelmechanismus kompensiert werden - auf eine Wachstumsstimulation folgt eine Wachstumsverzögerung.

2.6.2. Eine Wachstumsverzögerung oder ein Wachstumsstillstand entsteht durch eine auf die Fuge wirkende Druckerhöhung (GELBKE, 1953). Nachlassender Druck kann zur Wachstumsstimulation füh-

ren (HERT und LISKOVA 1964). Bei fehlender Belastung kann die Wachstumsintensität vermindert sein (COTTA 1977). "Exzentrische Druckkräfte in gewissen Grenzen" (PAUWELS, 1957) führen zu ungleichem Längenwachstum, durch das die unterschiedlichen Druckspannungen ausgeglichen werden.
2.6.3. Ein teilweiser oder vollständiger Fugenschluß entsteht nach direkter Schädigung der germinativen Zellen, nach Nekrose der germinativen Zellen infolge Ernährungsstörungen und nach Fraktur der Fuge mit Defektausfüllung durch Bindegewebe und Gefäße und der folgenden Verknöcherung. Dabei ist das Ausmaß der Wachstumsstörung von Größe, Festigkeit und Sitz der Brücke und dem Alter des Hundes abhängig (CAMPBELL, GRISOLIA, ZANCONATO, 1959).

2.7. SIFFERT(1956) und WAGNER(1972) untersuchten den Einfluß von Osteosynthesen auf die Wachstumsfuge. WAGNER(1972)fand daß gröbere Osteosynthesemittel , wie Schrauben, die über fünf Prozent der Fugenfläche zerstören,eine partielle Epiphysiodese bewirken und damit zu Wachstumsstörungen führen. Dagegen sollen senkrecht und zentral durch die Fuge gebohrte Kirschner-Bohrdrähte das Wachstum nicht beeinflussen (SIFFERT, 1956).

3. Eigene Untersuchungen

3.1. Allgemeiner Teil

3.1.1. Anzahl

In fünf Jahren (1975 - 1979) wurden 785 Hunde im Alter bis zu einem Jahr wegen einer Fraktur eines langen Röhrenknochens in die Chirurgische Universitäts-Tierklinik, München, eingeliefert. Eine Verletzung im Bereich der Epiphysenfuge wurde bei 232 (29,6%) Patienten festgestellt.

3.1.2. Anzahl und Geschlecht

Die Zahl der Frakturen und Fugenverletzungen bei männlichen und weiblichen Tieren ist in Tabelle 2 angegeben.

Tab. 2 Zahl der Verletzungen bei männlichen und weiblichen Tieren

	Fraktur		Epiphysenfugenverletzung		Fugenverletzung an Gesamtzahl (454 bzw. 331)
	n	(%)	n	(%)	%
♂	454	(57,8)	133	(57,3)	29,3
♀	331	(42,2)	99	(42,7)	29,9
Summe	785	(100,0)	232	(100,0)	

Rüden sind mit 57,8% häufiger als Hündinnen mit 42,4% betroffen. Bei den Epiphysenfugenverletzungen ist der Anteil männlicher bzw. weiblicher Tiere etwa entsprechend. Bezogen auf die Gesamtzahl der Frakturen bei männlichen (454) bzw. weiblichen (331) Hunden ist der Anteil männlicher bzw. weiblicher Tiere mit Fugenverletzung (♂ 29,3%; ♀ 29,9%) annähernd gleich, d.h., eine Geschlechtsspezifität bei Fugenverletzungen konnte nicht nachgewiesen werden.

3.1.3 Anzahl und Alter

Die Zahl der Frakturen und die der Wachstumsfugenverletzungen bei Hunden verschiedener Altersstufen ist in Abbildung 5 angegeben.

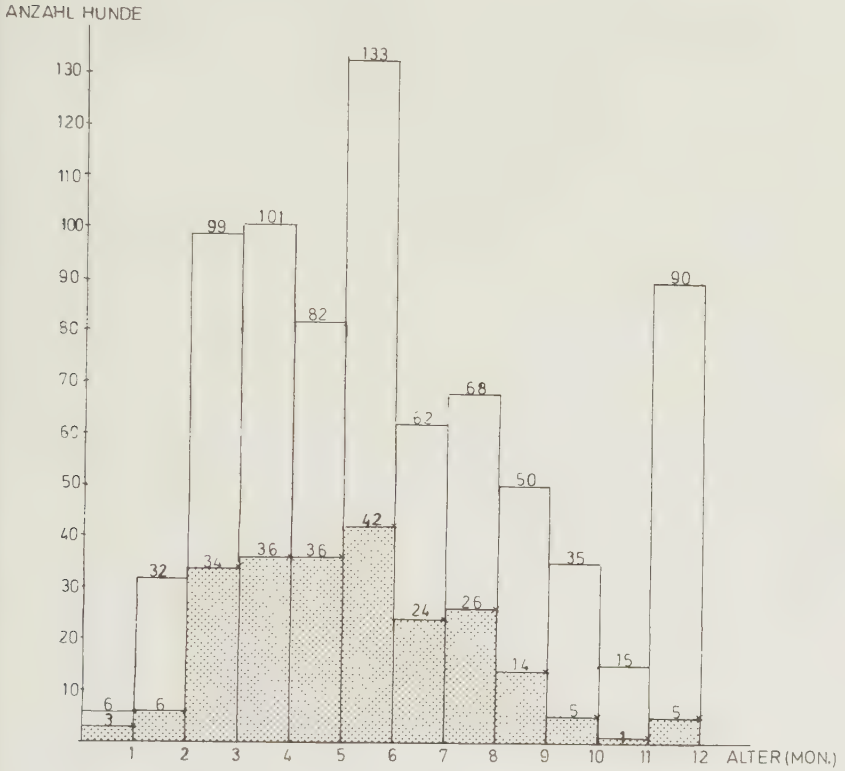


Abb 5 Zahl der Frakturen und Verletzungen im Bereich der Epiphysenfuge bei Hunden verschiedenen Alters,
Frakturen, Fugenverletzungen

Die Mehrzahl der 785 Verletzungen - 584 ≙ 74% - und die der 232 Fugenverletzungen - 207 ≙ 89% - wurde bei Hunden im Alter bis zu 8 Monaten festgestellt. Dabei ist vor allem die Gruppe der 3 - 6 Monate alten Hunde betroffen, bei den Verletzungen insgesamt mit 52,9%, bei denen der Fugen mit 62% (Abb. 6), d.h., die Zahl der Fugenverletzungen nimmt bei den 3 bis 6 Monate alten Patienten auffallend stärker zu, als die der Verletzungen insgesamt (Abb. 7).

Abb. 6

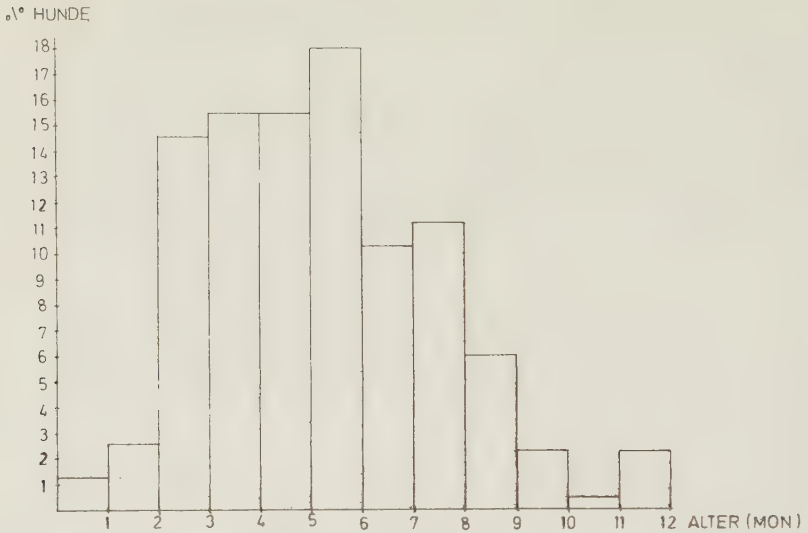


Abb. 6 prozentuale Verteilung bei Hunden verschiedenen Alters

Abb. 7

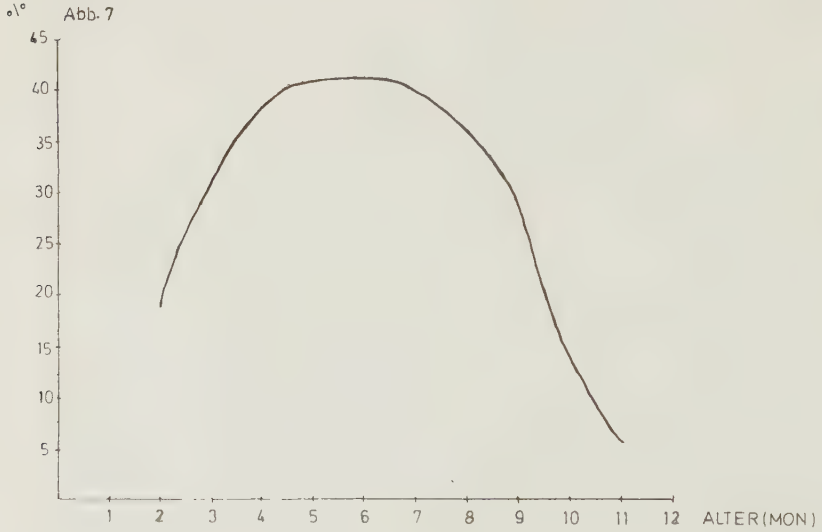


Abb. 7 prozentualer Anteil der Fugenverletzungen an der Gesamtzahl der Verletzungen, pro Monat

Kurve angenähert)

3.1.4. Alter und Geschlecht der Hunde mit Verletzung im Bereich der Epiphysenfuge

Abbildung 8 zeigt die Häufigkeit der Verletzungen im Bereich der Fuge bei männlichen und weiblichen Tieren im Alter bis zu 12 Monaten.

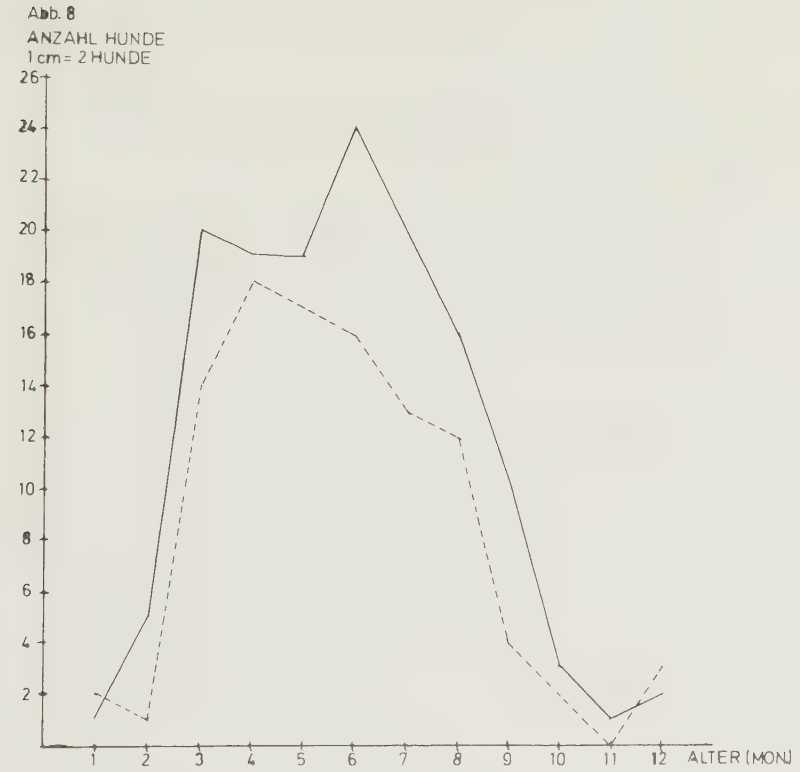


Abb. 8 Fugenverletzungen bei männlichen und weiblichen Hunden. —— ♂(133) ----♀ (99).

Die Zahl der Fugenverletzungen bei Rüden nimmt bis zum dritten und vor allem im fünften und sechsten Lebensmonat enorm zu und fällt dann steil ab. Bei Hündinnen ist eine hohe Zunahme bis zum vierten Lebensmonat festzustellen, dann nimmt die Zahl bis zum achten Lebensmonat stetig ab.

3.1.5. Rasseverteilung

In den Tabellen 3 und 4 ist die Rasse der Patienten mit Fraktur und Fugenverletzung angegeben.

Tab. 3 Anzahl der Fugenverletzungen an der Gesamtzahl der Verletzungen bei Hunden kleinwüchsiger Rassen

Fraktur		Fugenverletzung		% Fugenverletzung an Gesamtzahl 438 : 146
n	%	n	%	
438	55,8%	146	62,9%	33%

Tab. 4 Anzahl der Fugenverletzungen an der Gesamtzahl der Verletzungen bei Hunden großwüchsiger Rassen

Fraktur		Fugenverletzung		% Fugenverletzung an Gesamtzahl 347 : 86
n	%	n	%	
347	44,2%	86	37,1%	24,8%

Hunde kleinwüchsiger Rassen sind mit 55,8% häufiger an der Gesamtzahl als Hunde großwüchsiger Rassen mit 44,2% beteiligt. Bei den Verletzungen der Wachstumsfuge machen Hunde kleinwüchsiger Rassen 62,9% aus. Sie sind damit nicht nur relativ häufiger betroffen als große Hunde; ihr Anteil an der Gesamtzahl kleiner Hunde macht 33% aus, der großer Hunde 24,8%.

3.1.6 Rasse und Alter der Hunde mit Epiphysenfugenverletzungen

In Abbildung 9 ist die Zahl der Epiphysenfugen-Verletzungen bei Hunden klein- und großwüchsiger Rassen verschiedener Altersstufen angegeben.

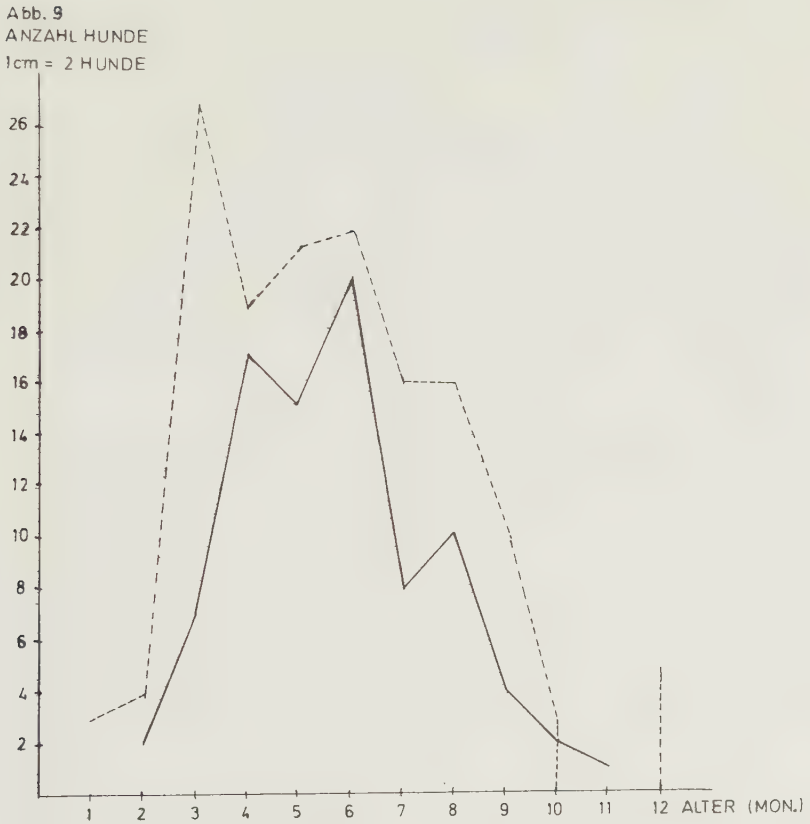


Abb. 9 Epiphysenfugen-Verletzung bei Hunden klein- und großwüchsiger Rasse. ---------- kleinwüchsig (n=146), ——— großwüchsig (n=86);

Bei kleinen Hunden sind die meisten Fugenverletzungen im 3. Monat, dann nimmt die Zahl bis zum 4. Monat ab, bleibt bis zum 6. Monat annähernd gleich und fällt ab.
Bei großen Hunden steigt die Kurve bis zum 4. Lebensmonat steil an und fällt ab dem 6. Lebensmonat.

3.1.7. Tab. 5 Anzahl der Epiphysenfugenverletzungen an Vorder- und Hintergliedmaße

Vordergliedmaße	%	Hintergliedmaße	%
Humerus prox	3	Femur prox	9,7
Humerus dist	22,8	Femur dist	37,5
Radius prox	2,1	Tibia prox	12,o
Radius dist	5,2	Tibia dist	4,7
Ulna prox		Fibula prox	-
Ulna dist	3	Fibula dist	-
Summe	36,1	Summe	63,9

Die Vordergliedmaße war mit 36,1% an den gesamten Fugenverletzungen seltener als die Hintergliedmaße mit 63,9% betroffen. An der Schultergliedmaße machen die Verletzungen der distalen Humerus-Epiphysenfuge mit 22,8% den weitaus höchsten Prozentsatz aus. Verletzungen der anderen Epiphysenfugen der Vordergliedmaße sind selten.

An der Hintergliedmaße ist in der Mehrzahl die distale Femurepiphyse mit 37,5% betroffen; proximale Femur- (9,7%) und proximale Tibiaepiphyse (12,o%) machen einen weitaus geringeren Anteil an den Fugenverletzungen aus. Fibulafugenverletzungen wurden nicht festgestellt.

Die Verletzungsform, die Art der Versorgung und deren Ergebnis wurden für jede Epiphysenfuge getrennt erfaßt und dargestellt.
Zur Beurteilung des radiologischen Befundes wurden aufgrund vergleichender Röntgenaufnahmen des verletzten und unverletzten Gliedmaßen-Abschnitts gestörtes Längenwachstum (Verlängerung, Verkürzung) und Achsen- und Gestaltsabweichung erfaßt und graphisch dargestellt.

Der graphischen Darstellung wurden die jeweiligen Röntgenaufnahmen zugrundegelegt. In den Tabellen und Abbildungslegenden ist außerdem die jeweilige Behandlungsform mitangegeben, wobei konservativ bedeutet: Die Fragmente wurden, falls erforderlich, in Narkose unter Durchleuchtungskontrolle reponiert und mit einem sorgfältig angelegten Polsterverband und Leichtmetallschiene oder Lightcast Longuette fixiert.

3.2. Proximale Humerus-Epiphysenfuge

Sieben Hunde mit proximaler Humerus-Epiphysenlösung nach Autounfall wurden vorgestellt. Rasse und Alter der Patienten, Art der Versorgung und deren Ergebnis sind in der Tabelle 6 angegeben.

Tab. 6 Rasse, Alter, Behandlung und Behandlungsergebnis der Patienten mit Epiphysiolysis proximalis humeri

Rasse	Alter (Mon.)	Versorgung	Funktion	Verkürzung mm (%)*	Achsenabweichung	Abb.
Welsh Terrier	6	Zugschraube	-	3 (2,5)	-	11
Schäfer	6	2 Bohrdrähte	-	o	-	1o
Irish Terrier	7	Zugschraube	Schritt-verkürzung	12 (8)	ja	12
Schäfer	8	Zugschraube	"	15 (7,5)	ja	13
Dackel	9	Zugschraube	-	2 (2,5)	-	11
Dogge	1o	Zugschraube	Schritt-verkürzung	1o (4)	ja	12
Pointer ++	6					

* (%) Längendifferenz-Angabe in Prozent zur Länge des unverletzten Humerus

++ Euthanasie

Ein Patient wurde wegen Abriß der 6. bis 8. Zervikalnerven eingeschläfert. Sechs Hunde konnten klinisch und röntgenologisch zwei bis vier Jahre nach der Frakturversorgung kontrolliert werden.
Röntgenologische Vergleichsuntersuchungen des verletzten Oberarms zum unverletzten ergaben bei 5 Hunden eine Verkürzung von 2 bis zu 15 mm; bei diesen Hunden wurde außerdem eine Achsenabweichung festgestellt. Bei drei Hunden wurde eine Schrittverkürzung festgestellt. Diese Patienten versuchten die Gliedmaßenverkürzung durch eine sichtbare Vorverlagerung der Skapula durch die Schultergürtelmuskulatur auszugleichen.

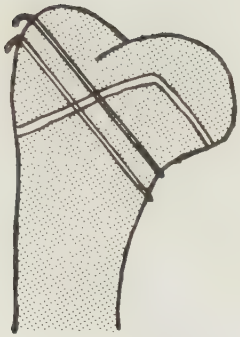


Abb.1o Versorgung mit zwei Kirschner- Bohrdrähten;keine Verkürzung, keine Achsenabweichung

Abb.11 Versorgung mit Schraube; Schraube locker in Spongiosa plaziert. 2 bzw. 3 mm Verkürzung, keine Achsenabweichung; fast normales Wachstum, Wachstumsdruck kann Schraube aus Spongiosa mitziehen.

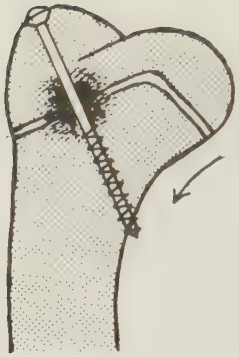


Abb. 12 Versorgung mit Schraube; Schraube fest in Kortikalis des distalen Fragments verankert; lo, 12, mm Verkürzung und Achsenabweichung;
partielle Epiphysiodese, um Schraube allmähliches Schiefwachstum mit Verkürzung; ↙ Wachstumsrichtung

Abb.13 Versorgung mit Schraube; Schraube fest in Kortikalis des distalen Fragments verankert und zusätzlich Traumatisierung durch Fehlbohrung 15 mm Verkürzung und Achsenabweichung (Abb. 14), weitflächige Epiphysiodese um Schraube und Fehlbohrung, allmähliches Schiefwachstum mit Verkürzung
↙ Richtung des Wachstums

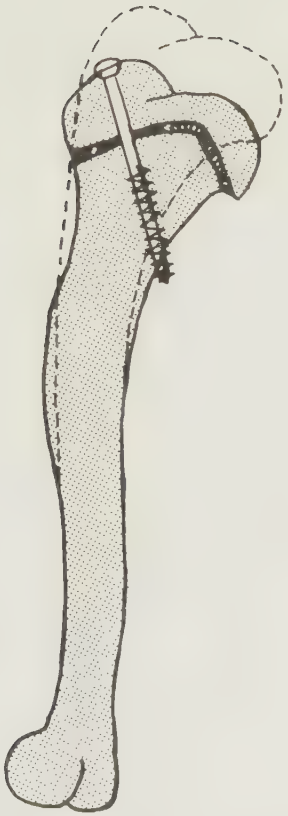


Abb. 14 Achsenabweichung, Gestaltsdeformierung und Verkürzung (1o, 12, 15 mm) nach Verankerung der Schraube in Kortikalis
– – – – – – – – – unverletzter, ———————— verletzter Oberarm

3.3. Distale Humerus-Epiphysenfuge

53 Hunde wurden wegen einer Verletzung der distalen Humerus-Epiphysenfuge vorgestellt. Die Verletzungsform, ihre Ursache und, ob klein- oder großwüchsiger Hund, sind in Tabelle 7 angegeben.

Tab. 7 Verletzungen im Bereich der distalen Humerus-Epiphysenfuge

	Anzahl	Ursache				Rasse	
		Verkehrs-unfall	Tritt	Sprung/ Sturz	?	klein	groß
Epiphysenlösung mit metaphysärem Fragment	5	5	-	-		2	3
Epiphysenfraktur	4o	2	2	3o	5	32 +)	7
Epiphysenfraktur	8	-	-	2	6	4	4
Epiphysenfraktur	1	-	-	-	1	1	-

+) beidseits

Bei fünf Patienten bestand eine Epiphysiolysis distalis mit metaphysärem Biegungsdreieck. Interessant ist, daß diese Tiere vom Auto angefahren wurden. Epiphysenfrakturen wurden 49mal diagnostiziert, in der Mehrzahl in Form der Capitulum-(3o) bzw. Trochlea-(1o) humeri Fraktur.
Diese Frakturformen wurden meist durch Sprung oder Sturz aus geringer Höhe verursacht. Hunde kleinwüchsiger Rassen waren weitaus häufiger betroffen, als Hunde großwüchsiger Rassen.

Die Anzahl der Verletzungen der distalen Humerus-Epiphysenfuge bei Hunden verschiedenen Alters ist in Abbildung 15 dargestellt.

Abb. 15
ANZAHL HUNDE
1cm = 2HUNDE

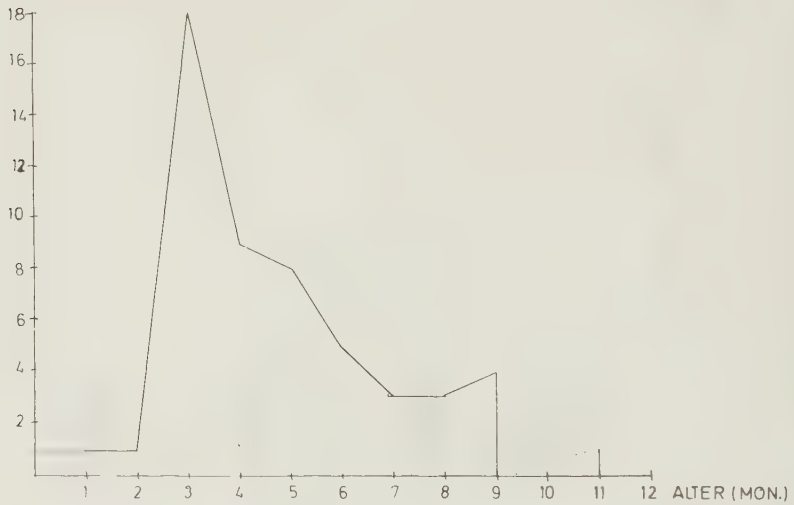


Abb.15 Anzahl distaler Humerus - Epiphysiolysen mit metaphysärem Fragment, bzw. Epiphysenfugenfrakturen

Die Mehrzahl der Fugenverletzungen wurde bei Hunden im dritten Lebensmonat festgestellt.

3.3.1. Epiphysiolysis distalis mit metaphysärem Fragment
Behandlung und Ergebnis

Die Rasse, das Alter der Hunde, die Versorgung der Verletzung, das funktionelle und radiologische Ergebnis sind in Tabelle 8 angegeben.

Tab. 8 Rasse, Alter der Patienten mit Epiphysiolysis distalis, ihre Behandlung und Ergebnis

Rasse	Alter in Monaten	Behandlung	verlängert mm (%)*	verkürzt mm (%)*	Abb.
Bracke	3	2 Bohrdrähte	-	-	16
Dobermann	5	Schraube und Bohrdraht	13 (5,2)	-	17
Deutscher Schäferhund	6	Schraube und Bohrdraht	12 (7,8)	-	17
Welsh Terrier	6	Schraube und Bohrdraht	-	3 (2,5)	
Deutscher Schäferhund +)	6	-	-	-	

+) Euthanasie auf Wunsch des Besitzers
* (%) Längendifferenz-Angabe in Prozent zur Länge des unverletzten Humerus

Bei zwei Patienten wurde ein um 12 bzw. 13 mm verlängerter verletzter Oberarm gemessen; beide Patienten hatten eine Schrittverkürzung der nicht verletzten Gliedmaße. Der um 3 mm verkürzte Oberarm ist auf eine zusätzlich bestehende, mit Zugschraube versorgte proximale Humerus-Epiphysiolysis zurückzuführen.

Die Versorgung distaler Wachstums-Fugenlösungen mit metaphysärem Fragment ist in den Abbildungen 16 und 17 dargestellt.

Abb. 16 und 17 . Epiphysiolysis distalis mit metaphysärem Fragment

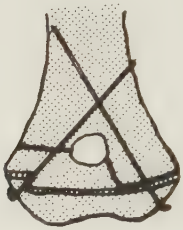


Abb. 16. Fixation mit 2 Kirschner-Bohrdrähten bei kleinem metaphysärem Fragment; keine umfangreichen Manipulationen; "keine" reaktive Hyperämie: keine Längendifferenz

Abb. 17. Fixation mit Kirschner-Bohrdraht und Zugschraube bei großem metaphysärem Fragment. Fugennah: umfangreiche Manipulation - Bohrkanal, Gewindeschneiden, Kopfraumfräse - Reaktive Hyperämie: Längendifferenz (12 bzw. 13 mm).

3.3.2. Epiphysenfraktur distaler Oberarm
Behandlung und Ergebnis

Sieben der Patienten (48) mit Fraktur (49) der distalen Wachstumsfuge wurden eingeschläfert. Vier weitere Frakturen - Capitulum humeri (3), y-Fraktur (1) - wurden nicht behandelt, weil sie bereits 4 bis 6 Wochen alt waren; am Gelenkkörper irreversible Veränderungen - Gestaltsdeformierung, sekundäre Athropathie vorlagen, deren Korrektur nicht möglich erschien (Abb. 18).

Abb. 18. Frakturheilung nach epiphysärer Fraktur. Unbehandelt; teilweiser Epiphysenfugenschluß durch Kallusplombe, Schiefwachstum und Gelenkkörperdeformierung.

Rasse, Alter, Versorgung und das radiologische Ergebnis sind in der Tabelle 9 angegeben.Dabei ist die Frakturform, ob Capitulum bzw. Trochlea humeri Fraktur, Y- oder T-Fraktur, nicht berücksichtigt, weil im Hinblick auf die Wachstumsfuge immer der gleiche Verletzungstyp vorliegt und auch bei der differenzierten Analyse keine Unterschiede festgestellt wurden.

Tab. 9 Rasse, Alter, Therapie und radiologisches Ergebnis der kontrollierten Hunde mit distaler Humerus-Epiphysen fraktur mit metaphysärem Fragment.

Rasse	Alter (Mon.)	Therapie	Verlängerung mm (%)+	Verkürzung mm (%) +
Dackel	3	1S 1 BD	o	
Pinscher	3	1S 1BD	o	
Zwergschnauzer	3	1S	3 (2,8)	
Pudel	3	1S	o	
DD	3	1S 1BD	5 (2,8)	
Boxer	4	2BD	5 (2,7)	
Pudel	4	1S 1P		4 (3,3)
Dackel	5	1S 1P	o	
Pudel	5	2S	1 (o,9)	
Pudel	6	2S	5 (4,5)	
Yorkshire	6	2S	2 (2,2)	
Wachtel	8	2S	3 (2,o)	
Pudel	12	2S	o	

+ (%) Längendifferenz-Angabe in Prozent zur Länge des unverletzten Humerus

S = Zugschraube BD = Bohrdraht P = Platte

Bei 6 Hunden ist das Ergebnis zusammengefaßt. Die Hunde waren im Alter von 9 - 12 Monaten. Der Längenwachstumsvergleich ergab keine Differenz.
Außerdem wurde bei 4 jungen Hunden keine Längendifferenz festgestellt.

Bei einem Patienten wurde eine Verkürzung gemessen. Die Fraktur war zum Zeitpunkt der Versorgung bereits 1o Tage alt. Bei 9 Patienten im Alter von 3 - 8 Monaten wurden Verlängerungen von 1 - 5 mm festgestellt.
Die Patienten liefen lahmheitsfrei.

In Abb. 19 a - d ist die Versorgung der verschiedenen Formen der distalen Humerus-Epiphysenfugenfraktur mit metaphysärem Fragment dargestellt.

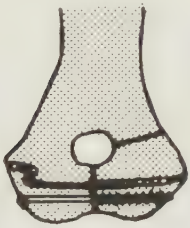


Abb. 19 a

Fraktur von Capitulum bzw. Trochlea humeri

Fixation mit Zugschraube bei kleinem metaphysärem Fragment. Die Schraube liegt parallel zur Fuge

Abb. 19 b

Fraktur von Capitulum bzw. Trochlea humeri

Fixation mit Zugschraube und Bohrdraht bei großem metaphysärem Fragment

Abb. 19 c

Y-förmige Fraktur

Fixation mit Zugschraube und zwei Bohrdrähten

Abb. 19 d

T-förmige Fraktur

Fixation mit Zugschraube und zwei Bohrdrähten

3.4. Proximale Radius-Epiphysenfuge

Fünf Hunde mit Verletzung der proximalen Radius-Epiphysenfuge wurden vorgestellt. Die Rasse und das Alter der Hunde, die Unfallursache und die Verletzungsform sind in der Tabelle angegeben.

Tab. 1o Rasse, Alter und Unfallursache der Hunde mit Radiusepiphysiolysis bzw. epiphysärer Ausrißfraktur

Rasse	Alter (Mon.)	Unfallursache	Frakturform	
Dogge	5	?	Epiphysiolysis	
Rottweiler	3	Manipulation	Epiphysiolysis mit metaphysärem Fragment	
Afghane	6	Autounfall	Epiphysiolysis mit metaphysärem Fragment	
Appenzeller	6	?	epiphysäre Ausrißfraktur	
Berner Sennenhund	9	Manipulation	epiphysäre Ausrißfraktur	

Verletzungen der proximalen Radius-Epiphysenfuge sind selten. Die Unfallursache konnte bei zwei Patienten nicht angegeben werden. Bei zwei weiteren Hunden wurde die Fugenverletzung durch Manipulation während eines Untersuchungsvorganges wegen einer anderen Erkrankung verursacht. Ein Patient wurde vom Auto angefahren.
Die Behandlung der verschiedenen Verletzungsformen, das funktionelle und das radiologische Ergebnis, sind in der Tabelle 11 erfaßt und in den Abbildungen 2o - 24 dargestellt.

Tab. 11 Proximale Radius-Epiphysiolysis bzw. epiphysäre Ausrißfraktur; Behandlung und Ergebnis

Rasse	Verletzungstyp	Behandlung	Funktion	Verkürzung mm (%)+	Abb.
Dogge	Epiphysiolysis	konservativ	Lahmheit	1o (5,5)	2o
Rottweiler	Lyse mit metaphysärem Fragment	konservativ	Lahmheit	5o (23)	21
Afghane	Lyse mit metaphysärem Fragment	Bohrdraht	Lahmheit	23 (11)	22
Appenzeller	epiphysäre Ausrißfraktur	konservativ	Lahmheit	6	23
Berner Sennenhund	epiphysäre Ausrißfraktur	konservativ	Lahmheit	5	24

+ (%) Längendifferenz-Angabe in Prozent zur Länge des unverletzten Humerus

Bei der Kontrolluntersuchung wurde bei allen Hunden eine gering- bis mittelgradige Lahmheit festgestellt. Abgesehen von der z.T. enormen Längendifferenz konnte eine Inkongruenz im Ellbogengelenk und bei vier Patienten röntgenologische Veränderungen im Sinne einer sekundären Arthropathia deformans nachgewiesen werden.

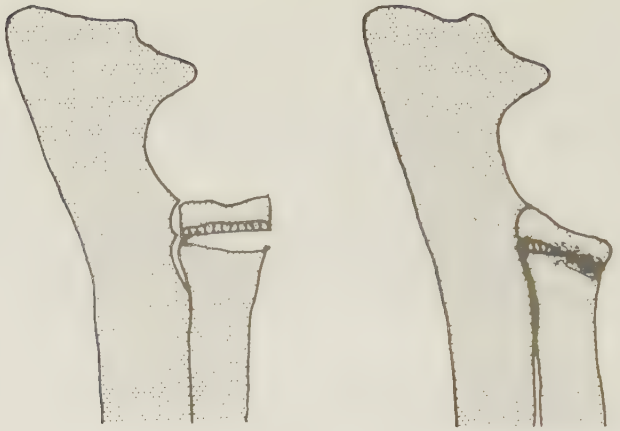


Abb. 2o a, b:
a. Epiphysiolysis radii; Dogge, konservativ behandelt,
b. Partielle Epiphysiodese im kranialen Fugenabschnitt, Weiterwachsen des kaudalen Abschnitts, allmähliches Schiefwachstum mit Verkürzung

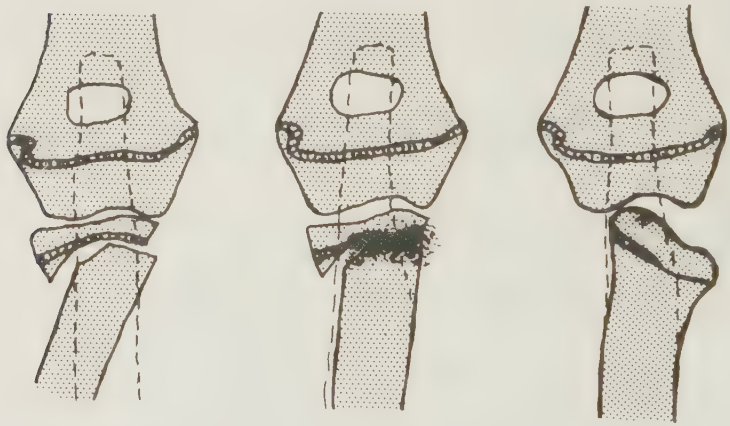


Abb. 21 a, b, c:
a. Epiphysiolysis mit metaphysärem Fragment; Rottweiler, konservativ behandelt,
b. Kallusbrücke zwischen Metaphyse und Epiphyse, dadurch
c. partielle Epiphysiodese, allmähliches Schiefwachstum und Verkürzung

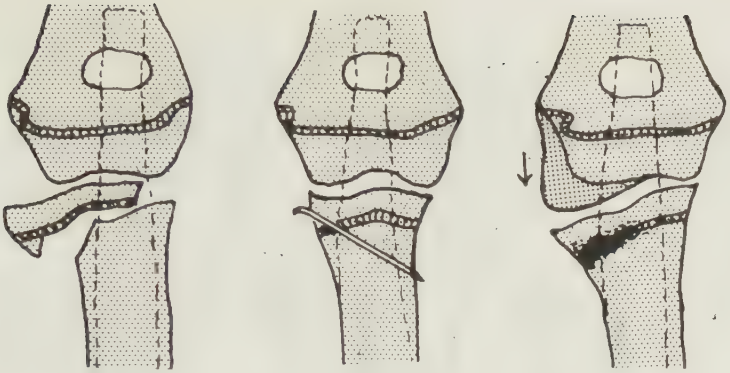


Abb. 22 a, b, c:
a. Epiphysiolysis mit metaphysärem Fragment; Afghane;
b. operativ behandelt mit Böhrdraht
c. partielle Epiphysiodese; dadurch allmähliches Schiefwachstum mit Verkürzung

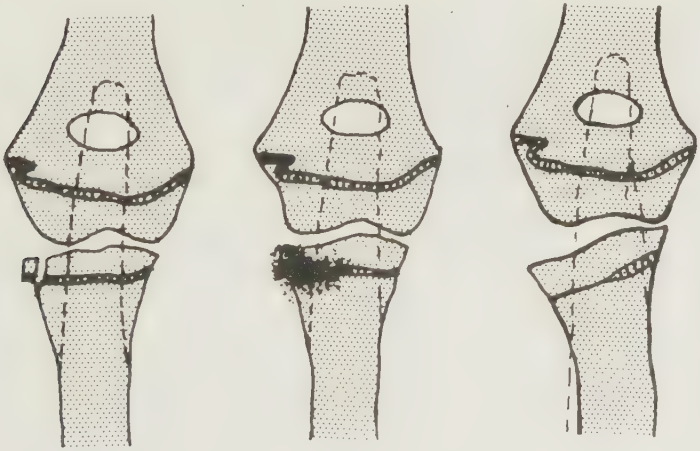


Abb. 23 a, b, c:
a. Epiphysäre Ausrißfraktur; Appenzeller, konservativ behandelt
b. Kallusbrücke zwischen Epiphyse und Metaphyse
c. Partielle Epiphysiodese mit allmählichem Schiefwachstum und Verkürzung (Stauchung)

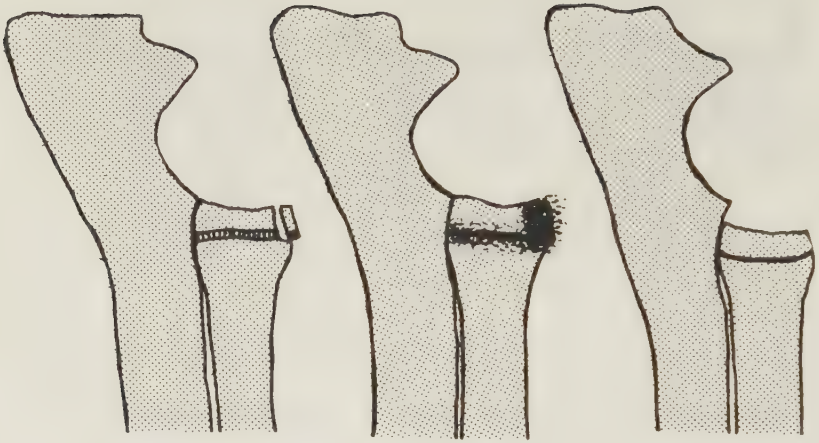


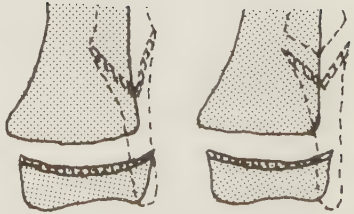
Abb. 24 a, b, c:
a. Epiphysäre Ausrißfraktur, Berner Sennenhund; konservativ behandelt;
b. vorzeitiger Epiphysenfugenschluß mit isolierter Radiusverkürzung (Stauchung), dadurch
c. Inkongruenz im Ellbogengelenk; Stufe 5 mm

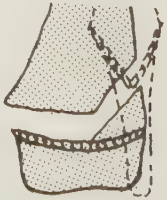
3.5 Distale Radius-Epiphysenfuge

12 Hunde mit einer Verletzung der distalen Radius-Epiphysenfuge wurden vorgestellt. Die Rasse, das Alter der Hunde, die Unfallursache, der Verletzungstyp und das Vorliegen einer zusätzlichen Ulnafraktur bzw. Ulna-Epiphysenfugenlösung sind in der Tabelle 12 angegeben.

Tab. 12 Verletzungen im Bereich der distalen Radius-Epiphysenfuge

Rasse	Alter (Mon.)	Ursache	Ulnafraktur/ Ulna-Fugenlösung	Verletzungstyp
Yorkshire	2	Tritt	-	Lyse
Dackel	2	Sprung	Fraktur	Lyse
Neufundländer	3	Sturz	Lyse	Lyse
Cocker	3-4	Auto	-	Lyse
Schnauzer	4	Auto	Lyse	Lyse
DSH	6	Auto	Fraktur	Lyse
Dackel	6	Sprung	Fraktur	Lyse
Spitz	6	Auto	-	Lyse
Schäferhund	7	Auto	Lyse	Lyse
Foxterrier	8	Sprung	Lyse	Lyse
Beagle	5	Auto	-	Lyse mit metaphysärem Fragment
Schäferhund	4	Auto	Fraktur	Stauchung





Bei 11 Patienten wurde eine Lysis, davon einmal mit metaphysärem Biegungskeil, festgestellt. Bei einem Patienten war die Radius-Epiphysenfuge gestaucht.
Interessant ist, daß bei acht Hunden zusätzlich eine Verletzung der Ulna - je vier Frakturen bzw. Epiphysenfugenlösungen - diagnostiziert wurden. Als Unfallursache war meist ein Verkehrsunfall (7x) angegeben. In den anderen Vorberichten wurde ein starkes Trauma - Sprung bzw. Sturz aus großer Höhe - angegeben.

Die Behandlung der verschiedenen Verletzungsformen, das funktionelle und radiologische Ergebnis sind in Tabelle 13 erfaßt und in den Abbildungen 27-32 erläutert.

Tab. 13 Verletzungen im Bereich der distalen Radius-Epiphysenfuge
Behandlung und Ergebnis

Rasse	Verletzungstyp	Behandlung	Ergebnis			Abb.
			Funktion	Verkürzung Radius	(%)+	
Yorkshire	Lysis radii	konservativ	Schrittverk.	1o	(15)	27
Dackel	Lysis radii	konservativ	-	3	(3,2)	
Neufundländer	Lysis radii et ulnae	konservativ	Lahmheit	o		3o
Cockerspaniel	Lysis radii	konservativ	-	o		25
Schnauzer	Lysis radii et ulnae	konservativ	Schrittverk.	18	(13)	31
Schäfer	Lysis radii	konservativ	Schrittverk.	15	(6,8)	28
Dackel	Lysis radii	konservativ	-	o		
Spitz	Lysis radii	Bohrdraht	-	o		26
Schäfer	Lysis radii et ulnae	konservativ	-	5	(2,3)	
Foxterrier	Lysis radii et ulnae	konservativ	Schrittverk.	6	(5,5)	31
Beagle	Lysis radii mit metaphysärem Fragment	konservativ	-	o		29
Schäfer	Stauchung	Bohrdraht	Schrittverk.	2o	(11,8)	32

+ (%) Längendifferenzangabe in Prozent zur Länge des unverletzten Radius

Radius-Epiphysiolysis ohne (Cockerspaniel, Schäfer, Yorkshire, Terrier, Spitz) bzw. mit metaphysärem (Beagle) Fragment (Abb. 25).

3.5.1. Distale Radius-Epiphysiolysis

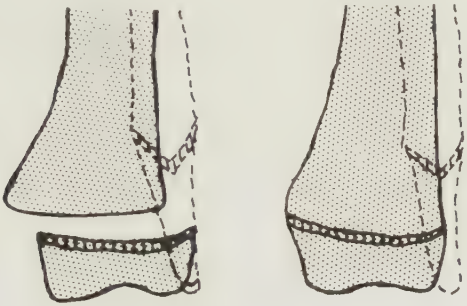


Abb. 25 a Abb. 25 b
a Epiphysiolysis radii; Cockerspaniel konservativ behandelt, b keine Achsenabweichung, keine Verkürzung

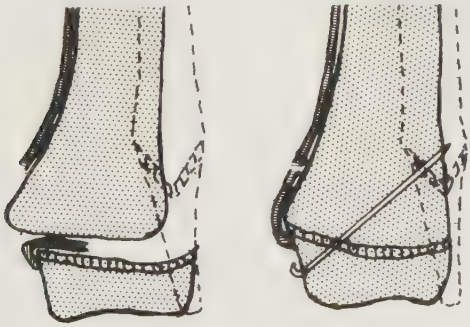


Abb. 26 a Abb. 26 b
a Epiphysiolysis radii mit Periostinterposition (Spitz) b operativ behandelt; interponiertes Periost herausgeklappt, Reposition, Restdislokationsneigung mit Bohrdraht verhindert; keine Achsenabweichung, keine Verkürzung

Abb. 27 a

Abb. 27 b

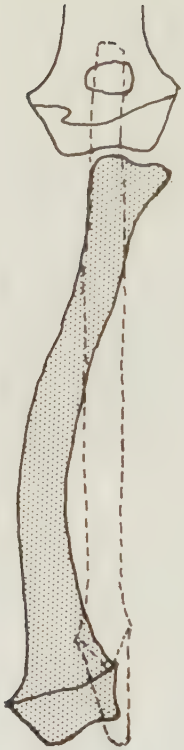


Abb. 27 c

Abb. 27 a. Epiphysiolysis radii mit Periostinterposition lateral: Yorkshire Terrier, konservativ behandelt
b. partielle Epiphysiodese lateral im Bereich der Periostinterposition; gleichzeitiges Weiterwachstum des Radius medial und der Ulna, dadurch allmähliches Schiefwachstum und Schrägstellung der Gelenkfläche im Corpus, Achsenabweichung des Radius mit Subluxationsstellung im Ellbogengelenk, Verkürzung lo mm

3.5.1.1. Epiphysiolysis radii und Ulna Fraktur
Die Patienten mit Epiphysiolysis radii und Ulnafraktur - 2 Dackel, 1 Schäferhund - wurden konservativ behandelt. Bei einem Dackel wurden keine Veränderungen, beim anderen eine Verkürzung um 3 mm, beim Schäferhund eine Verkürzung um 15 mm (siehe Abb. 29) festgestellt.

3.5.1.2. Epiphysiolysis radii et ulnae (Neufundländer, Schäferhund, Schnauzer, Foxterrier)
Bei vier Patienten wurde eine Epiphysiolysis radii et ulnae festgestellt. Die Verletzungen wurden konservativ behandelt.
Ergebnis: Beim Neufundländer wurde keine Längendifferenz und Achsenabweichung, beim Schäferhund eine Verkürzung um 5 mm festgestellt (Abb. 28 a, b)

Abb. 28 a
Radius und Ulna Epiphysiolysis

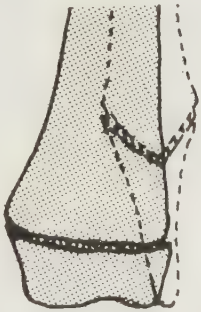


Abb. 28 b
konservativ behandelt, keine Verkürzung, keine Achsenabweichung

Beim Schnauzer und Foxterrier (Abb. 31 a, b, c) bestand eine Radius und Ulna-Epiphysiolysis mit kleinen Splittern aus der Metaphyse. Bei der gedeckten Reposition wurden die Splitter teils in die Radius-, teils in die Ulnaepiphysenfuge miteingeschoben. Dabei wurde der Fugenknorpel verletzt: Vorzeitiger Fugenschluß mit Verkürzung war die Folge, nicht durch die zwischengelagerten Splitter, sondern durch Verletzung des Fugenknorpels bei der Reposition verursacht.

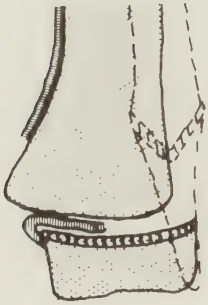


Abb. 29 a Abb. 29 b

a Epiphysiolysis radii et fractura ulnae mit Periostinterposition medial und Ulnafraktur, Schäfer, konservativ behandelt; b partielle Epiphysiodese medial im Bereich der Periostinterposition; gleichzeitiges Weiterwachstum lateral, dadurch allmähliches Schiefwachstum mit Inkongruenz im Carpus und Verkürzung 15 mm

3.5.2. Distale Radius-Epiphysiolysis mit metaphysärem Fragment

Abb. 30 a Abb. 30 b

a Epiphysiolysis radii mit metaphysärem Biegungsfragment: Beagle, konservativ behandelt; b keine Achsenabweichung, keine Verkürzung

Abb. a

Abb. b

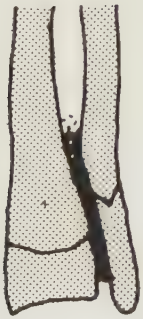


Abb. c

Abb. 31 a, b, c; a Epiphysiolysis radii et ulnae mit Splittern, Foxterrier, konservativ behandelt; b vorzeitiger Fugenschluß von Radius und Ulna durch Fugenverletzung bei Reposition (Verkürzung 6 mm); c Synostose zwischen Radius und Ulna

3.5.3. Stauchung der Radius-Epiphysenfuge
Bei einem Patienten (Deutscher Schäferhund, 4 Monate) wurde eine Stauchung der distalen Radius-Epiphysenfuge festgestellt mit Fissurlinie in der Metaphyse (Abb. 32 a,b,c). Die Verletzung wurde konservativ behandelt.

Abb. a

Abb. b

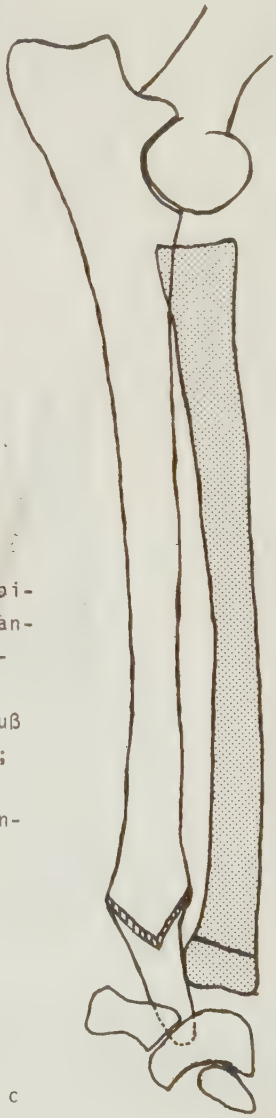


Abb. c

Abb. 32 a,b,c: a Stauchung der Radius-Epiphysenfuge; Schäferhund konservativ behandelt; Fissurlinie parallel zur Unterarm-Achse, Epiphysenfuge stufig versetzt
b vorzeitiger Radius-Epiphysenfugenschluß
c gleichzeitiges Weiterwachsen der Ulna; Madelungsche Deformität: Radiusverkürzung (2o mm) mit Inkongruenz im Ellbogengelenk - Stufe

3.6. Distale Ulna-Epiphysenfuge

7 Hunde mit Lysis der Ulna-Epiphysenfuge wurden vorgestellt. Die Rasse und das Alter der Hunde, die Unfallursache und der Verletzungstyp sind in der Tabelle 14 angegeben.

Tab. 14 Ulna-Epiphysiolysis

Rasse	Alter (Mon.	Unfall-ursache	Verletzungs-typ
Dobermann	4	?	Lyse
Jagdhund	6	Auto	Lyse
Dackel	6	Auto	Lyse
Dackel	6	Auto	Lyse
Dackel	7	?	Lyse
Dackel	8	Fahrrad	Lyse
Berner Sennen-hund	5	Auto	Lyse

Bei weiteren vier Hunden bestand eine Radius- und Ulna-Epiphysenfugenlösung. Die Behandlung und das Behandlungsergebnis bei diesen Patienten wurde im Zusammenhang der Radius-Epiphysenfugenverletzungen (Abb.28 ,31) dargestellt. Interessant ist, daß nur beim Berner Sennenhund eine erhebliche Dislokation der Fragmente vorlag (Abb. 33).
Bei den anderen Patienten wurde nur eine Lockerung der Fuge ohne Dislokation festgestellt. Kontrolluntersuchungen ergaben nur beim Berner Sennenhund eine Verkürzung der Ulna (2o mm) mit Achsenabweichung und Verkürzung des Radius (14 mm).

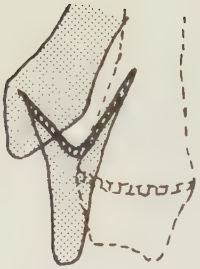


Abb. a

Abb. b

Abb. c

Abb. d

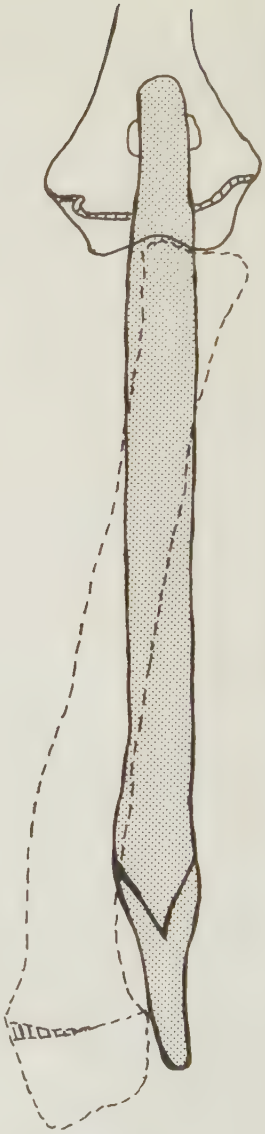


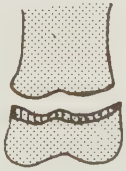
Abb. e

Abb. 33 a, b, c, d, e
a Ulna-Epiphysiolysis und Ulnafraktur mit Dislokation, Berner Sennenhund
b operativ versorgt, offene Reposition und Fixation mit Kirschner-Bohrdraht
c vorzeitiger Ulna-Epiphysenfugenschluß bei gleichzeitigem Weiterwachstum des Radius; durch ligamentöse Verbindung zwischen Ulna und Radius verstärkter Druck auf
d kaudalen und e lateralen Anteil der Radius-Epiphysenfuge, dadurch partielle - kaudal und lateral - Epiphysiodese
e mit allmählichem Schiefwachstum und Schrägstellung der Gelenkflächen im Carpus und Subluxationsstellung des Radius im Ellbogengelenk

3.7. Distale Femur-Epiphysenfuge

87 Hunde wurden mit Lysis bzw. Fraktur der distalen Femur-Epiphysenfuge vorgestellt. Der Verletzungstyp, die Ursachen und die Zugehörigkeit zu klein- oder großwüchsiger Rasse sind in Tab. 15 angegeben.

Tab. 15 Verletzungen im Bereich der distalen Femur-Epiphysenfuge

		Anzahl	Ursache			Rasse	
			Verkehrs-unfall	Sprung	unbekannt	klein	groß
	Epiphysenlösung mit metaphysärem Fragment	84	61	1o	13	57	27
	Epiphysenfugen-lösung	1	1		1		1
	Epiphysenfugen-fraktur mit meta-physärem Fragment	2	1		1	2	

Bei einem Hund bestand eine distale Femur-Epiphysiolysis, bei 86 Hunden mit metaphysärem Fragment und bei zwei Hunden eine Epiphysenfraktur.
Die Mehrzahl der Hunde war vom Auto angefahren worden. Hunde kleinwüchsiger Rassen waren häufiger betroffen, als Hunde großwüchsiger Rassen. Dackel waren häufig betroffen (24mal). Die Anzahl der Verletzungen und das Alter der Hunde sind in Abbildung 34 dargestellt.

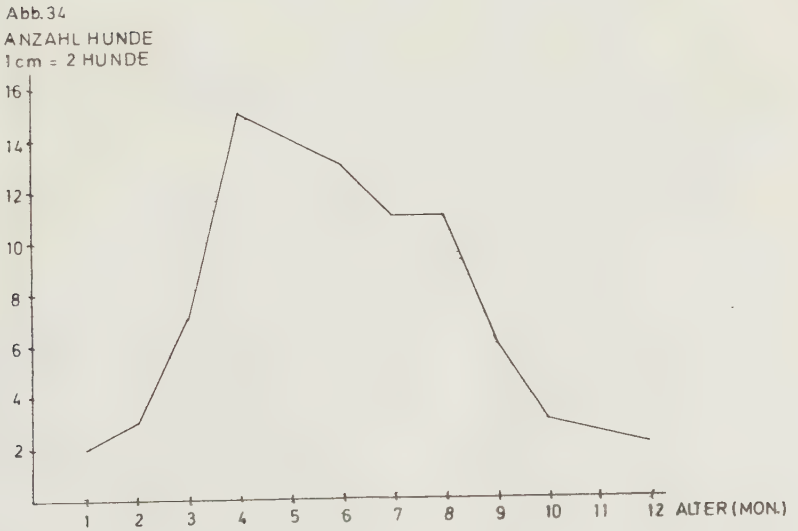


Abb. 34 Anzahl distaler Femur-Epiphysiolysen bzw. Epiphysenfugenfrakturen bei Hunden verschiedenen Alters.

Acht der Patienten wurden wegen anderer schwerer Verletzungen eingeschläfert.

Kontrollergebnis: Von den 3o in den Tabellen aufgeführten nachuntersuchten Hunden mit Lysis waren 15 mit Zugschrauben, 6 mit Zuggurtung und 7 mit Kirschner-Bohrdrähten versorgt worden.
Rasse, Alter, Art der Verletzung, das radiologische und funktionelle Ergebnis und eine sichtbare Steilerstellung der Extremität in Knie- und/oder Sprunggelenk bei Hunden mit einer ausgeprägten Verkürzung des Femur ist in den Tabellen (16 - 18) nach Behandlungstyp aufgeschlüsselt, angegeben und in den Abbildungen 35 - 39 erläutert.
Verkürzungen am Femur wurden durch Änderung der Winkel an Hüft-, Knie- und Sprunggelenk kompensiert.

3.7.1 Distale Femur-Epiphysiolysis,
Ein Deutsch-Drahthaar, 6,5 Monate alt, wurde vorgestellt.

Abb. 35 a

Abb. 35 b

Abb. a distale Femur-Epiphysiolyse, Fixation mit zwei Bohrdrähten; b divergierend bei Deutsch-Drahthaar, keine Verkürzung; Funktion: Keine Lahmheit

3.7.2. Distale Femur-Epiphysiolyse mit metaphysärem Fragment

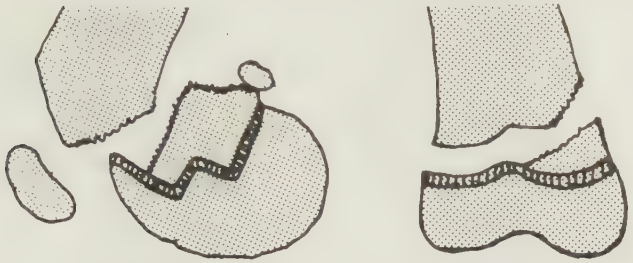


Abb. 36 distale Femur-Epiphysiolyse mit metaphysärem Fragment

Tab. 16 distale Femur-Epiphysiolyse mit metaphysärem Fragment
Fixation mit Zugschraube (Abb. 37)

Rasse	Alter (Mon.)	Verkürzung mm	(%)*	Steiler-stellung der Extremität	Funktion
Dackel	3	13	(13)	ja	Lahmheit
Schäfer	4	17	(7.3)	ja	-
Schäfer	4	1o	(4,3)	-	-
Schäfer	4	8	(3,4)	-	-
Irish Setter	4	1o	(4,3)	-	-
Dackel	4	15	(14,5)	ja	Lahmheit
Spitz	5	8	(4,1)	-	-
Schäfer	5	16	(6,9)	ja	Lahmheit
Dackel	6	12	(12,7)	ja	Lahmheit
Cogi	6	4	(4)	-	-
Schäfer	6	1o	(4,2)	-	-
Schäfer	7	5	(2,1)	-	-
Schäfer	8	5	(2,1)	-	-
Dobermann	8	o		-	-
Dackel	8	o		-	-
Setter	1o	o		-	-

*(%)= Längendifferenz-Angabe in Prozent zur Länge des unverletzten Femur

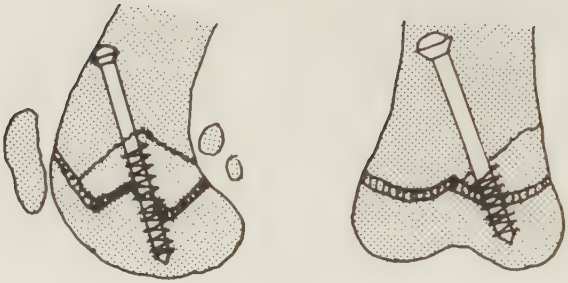


Abb. 37 Fixation mit Zugschraube; Verkürzungen zwischen o - 2o mm, keine Achsenabweichung,

Tab. 17 Distale Femur-Epiphysiolyse mit metaphysärem Fragment, Fixation mit Zuggurtung (zwei Bohrdrähte mit einer Drahtschlinge) (Abb. 38a, b)

Rasse	Alter (Mon.)	Verkürzung mm	(%)*	Steilerstellung im Sprunggelenk	Funktion
Dalmatiner	2,5	26	(12,9)	ja	Lahmheit
Dingo	2,5	6o	(25,8)	?	Lahmheit
Pudel	4	3o	(21,4)	ja	Lahmheit
Dackel	6	o		-	-
West-Higland-Terrier	7	2	(2,4)	-	-
Dackel	7	2	(2,5)		

* (%) = Längendifferenz-Angabe in Prozent zur Länge des unverletzten Femur

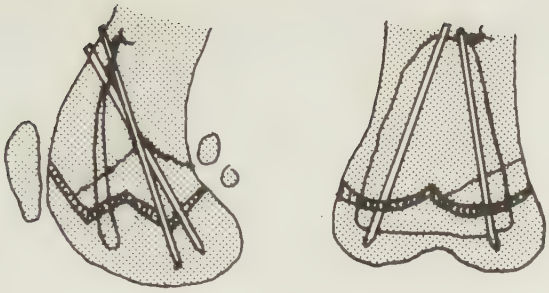


Abb. 38 a Fixation mit Zuggurtung, zwei Bohrdrähte divergierend oder gekreuzt verlaufend und eine cranial liegende Drahtschlinge (Abb. a) bei Dingo (2,5 Monate), Dalmatiner (2,5 Monate), West-Higland-Terrier (7 Monate), Dackel (7 Monate)
Verkürzung: 2 - 6o mm

Abb. 38 b Fixation mit Zuggurtung, zwei gekreuzte Bohrdrähte und zwei seitliche und eine craniale Drahtschlinge bei Pudel (4 Monate), Dackel (6 Monate)
Verkürzung o - 3o mm

Tab. 18 Distale Femur-Epiphysiolyse mit metaphysärem Fragment; Fixation mit zwei gekreuzt oder divergierend verlaufenden Bohrdrähten

Rasse	Alter (Mon.)	Verkürzung mm	(%)*	Steilerstellung im Sprunggelenk	Funktion
Spaniel	3	4	(2,2)	-	-
Spaniel	3	15	(1o,3)	ja	Lahmheit
Yorkshire	4,5	4	(5,7)	-	-
Spaniel	7	5	(3,4)	-	-
Spaniel	8	2	(1,3)	-	-
Schnauzer	8	o		-	-

* (%) Längendifferenz-Angabe in Prozent zur Länge des unverletzten Femur

Abb. 39 Fixation mit zwei gekreuzt oder divergierend verlaufenden Bohrdrähten; Verkürzung zwischen o - 15 mm, Funktion: Lahmheit

3.7.3. Distale Femur-Epiphysenfugenfraktur

Zwei Hunde mit Fraktur mit metaphysärem Fragment wurden vorgestellt, ein Schnauzer mit intercondylärer Femur-Fraktur (Abb. 40) und ein Pudel mit Ausrißfraktur im Bereich der Fuge (Abb. 42).

Tab. 19 Distale Femur-Epiphysenfugenfraktur

Rasse	Alter (Mon.)	Verkürzung mm	(%)*	Steilerstellung	Funktion
Mittel-schnauzer	3	28	(14,8)	ja	Lahmheit
Pudel	6	2	(1,5)	-	-

*(%)=Längendifferenz-Angabe in Prozent zur Länge des unverletzten Femur

Die Versorgung ist in Abb. 41 - 43 dargestellt.

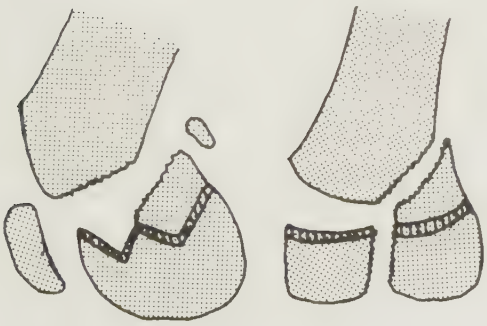


Abb. 40
Epiphysenfraktur mit metaphysärem Fragment; Schnauzer 2,5 Monate

Abb. 41
Fixation mit zwei Bohrdrähten und zwei Zugschrauben; Verkürzung: 28 mm; Funktion: Lahmheit

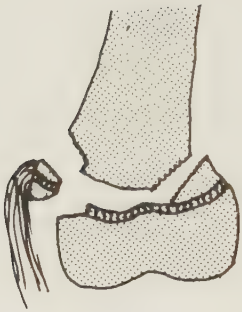


Abb. 42
Epiphysenfugenfraktur als Ausrißfraktur und Epiphysiolyse mit metaphysärem Fragment

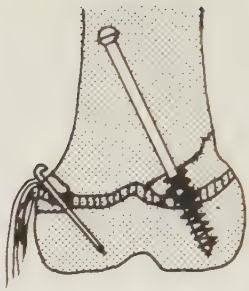


Abb. 43
Fixation mit Bohrdraht und Zugschraube; Verkürzung: 2 mm; keine Lahmheit

3.8 Proximale Tibia-Epiphysenfuge

28 Hunde mit proximaler Tibia-Epiphysenfugenlöseung bzw. Fugenfraktur wurden vorgestellt. Die Verletzungsform, ihre Ursache und Zugehörigkeit zu kleiner oder großer Rasse ist in der Tabelle 20 angegeben.

Die Mehrzahl der Hunde wurde vom Auto angefahren. Hunde klein- oder großwüchsiger Rassen waren etwa gleich häufig betroffen.

Die Anzahl der Verletzungen bei Hunden verschiedenen Alters ist in Abb. 44 dargestellt.

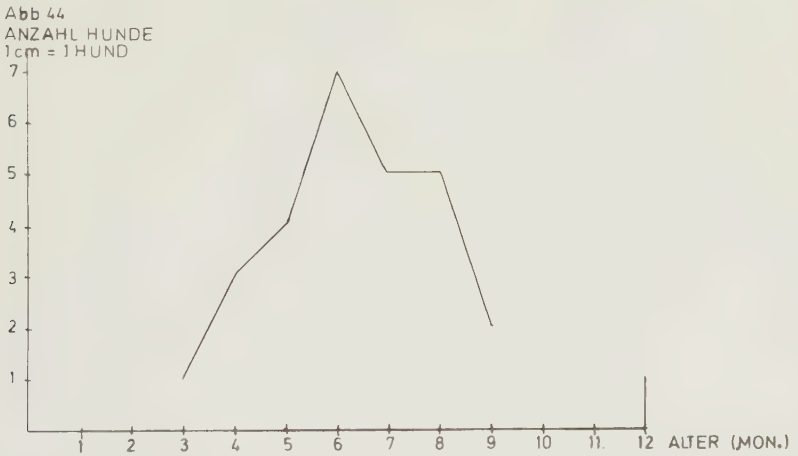
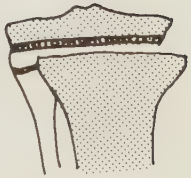


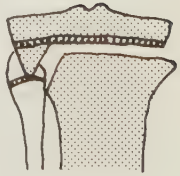
Abb. 44 Anzahl der Verletzungen der proximalen Epiphysenfuge bei Hunden verschiedenen Alters.

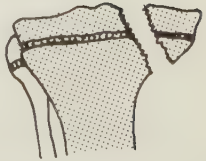
Die meisten Verletzungen waren im Alter von 6 Monaten. Bei 15 Hunden war die Fibula mitgebrochen. Bei einem Hund bestand ein knöcherner Bandausriß des Ligamentum decussatum laterale aus dem Tibiakopf. Vier Hunde hatten gleichzeitig eine Femurepiphysiolysis mit metaphysärem Fragment. Die Rasse und das Alter der Hunde, Behandlung und Behandlungsergebnis sind für die verschiedenen Verletzungstypen in den Tabellen 21 - 23 angegeben.

Tab.2o Proximale Tibia-Epiphysiolysis bzw.Epiphysenfugenfraktur
Verletzungstyp, Anzahl der Hunde und Rasse (klein- oder großwüchsig) und Verletzungsursache

Typ der Verletzung	Anzahl	Ursache				Rasse	
		Verkehrs-unfall	Sprung	Tritt	?	klein	groß
Epiphysenlösung	7	4	1	1	1	3	4
Epiphysenlösung mit metaphysärem Fragment	16	11	3		2	9	7
Epiphysenfraktur mit metaphysärem Fragment	5	3	1		1	4	1







3.8.1. Proximale Tibia-Epiphysiolysis

Tab. 21 Rasse, Alter der Hunde, Behandlung und Behandlungsergebnis

Rasse	Alter (Mon.)	Therapie	Funktion	Verkürzung mm(%)*	Achsenabweichung	Abb.
Schäfer	4	2BD + Drahtschlinge	Lahmheit	2o (10,2)		47
Münsterländer	5	konservativ	-			
Dobermann	6	konservativ	-	o	-	45
Dackel	7	2BD + Drahtschlinge	-	o	-	46
Dackel	8	konservativ	-	o	-	45
Schäfer	8	2BD	-	1o (5,4)	ja	48
Dackel	9	konservativ	-	o	-	45

BD = Bohrdraht

* (%) Längendifferenz-Angabe in Prozent zur unverletzten Tibia

Bei vier Patienten wurde keine Längendifferenz und keine Achsenabweichung, bei drei nach konservativer Behandlung (Abb.45 ab), bei einem nach operativer Behandlung (Abb.46) festgestellt.

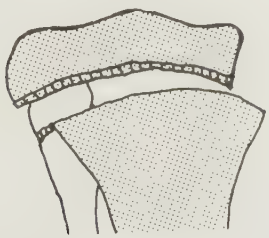


Abb.45a

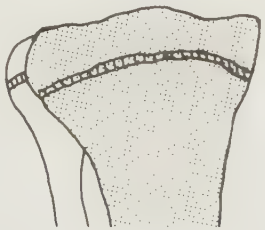


Abb.45b

a Epiphysiolysis tibiae: Dackel (2), Dobermann; konservativ behandelt; b gedeckte Reposition, keine Verkürzung, keine Achsenabweichung

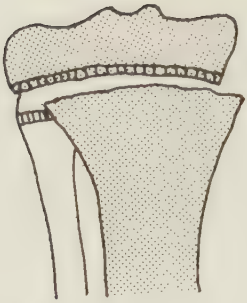


Abb. 46 a

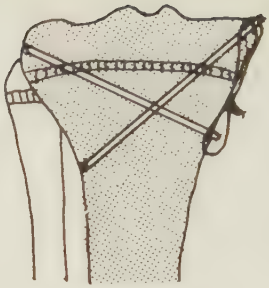


Abb. 46 b

a Epiphysiolysis tibiae: Dackel, operativ behandelt
b wegen Dislokationsneigung Kreuzspickung mit Drahtschlinge um Bohrdrahtenden, keine Verkürzung, keine Achsenabweichung

Bei zwei Patienten wurden nach operativer Versorgung erhebliche Längendifferenzen (2o bzw. 1o mm), bei einem Patienten (DSH mit 1o mm Verkürzung) außerdem eine Achsenabweichung (Abb. 48) festgestellt. Die Verkürzung ist jeweils auf sekundäre Verletzungen der Wachstumsfuge durch gewaltsame Manipulationen während gedeckter Repositionsversuche zurückzuführen.

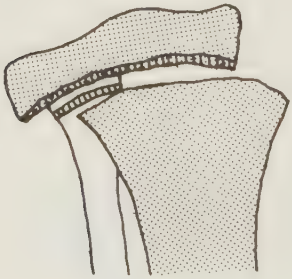


Abb. 47 a

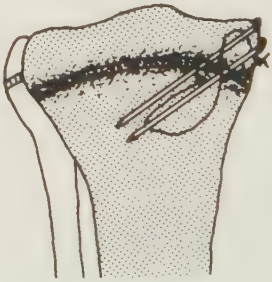


Abb.47 b

a Epiphysiolysis tibiae: Schäfer, nach gedeckten Repositionsversuchen, operative Darstellung mit zwei Kirschner-Bohrdrähten und Drahtschlinge; durch Sekundärverletzungen vorzeitiger Epiphysenfugenschluß mit Verkürzung (2o mm), Funktion: Lahmheit

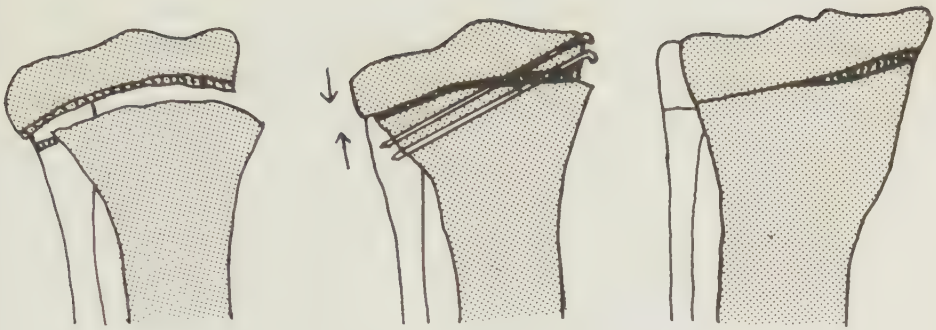


Abb.48 a, b, c; a Epiphysiolysis tibiae: Schäfer;
b operativ versorgt mit zwei Kirschner-Bohrdrähten bei unvollständiger Reposition; c vorzeitiger Fugenschluß lateral mit genu valgum

3.8.2. Proximale Tibia-Epiphysiolysis mit metaphysärem Fragement

16 Hunde mit proximaler Tibia-Epiphysenlösung mit metaphysärem Fragment wurden vorgestellt. Das metaphysäre Fragment war bei 15 Patienten lateral und nur beim Spitz (Abb. 55) medial ausgebrochen.
4 Hunde wurden auf Wunsch des Besitzers wegen zusätzlicher Verletzungen eingeschläfert; 12 Patienten wurden behandelt. Die Behandlung und das Ergebnis ist in Tabelle22 erfaßt und in den Abbildungen 49-55 erläutert.

Tab. 22 Proximale Tibia-Epiphysiolysis mit metaphysärem Fragement.

Rasse	Alter (Mon.)	Therapie	Funktion	Verkürzung mm (%)*	Fehlstellung	Abb.
Pudel+	3					
Pudel	4	2 BD, Apophyse 1BD	-	o	Verformung	54
Dackel	5	konservativ	-	3 (4,5)	-	49
Schäfer	5	S	-	o	Valgus	51
Schäfer	6	konservativ	-	-	-	
Pudel	6	S				
Yorkshire+	6					
Basset+	6					
Spitz	6	konservativ	-	o	Verformung	55
Schäfer	7	S	-	3 (1,5)	-	5o
Dackel	7	2S Apophyse Zuggurtung				
Schäfer+	7					
Pudel	7	2BD	-	3 (3)	-	53
Dalmatiner	8	S	Lahmheit	2o (1o,8)	Varus	52
Berner Sennenhund	8	S				
Gebirgsschäfer	9	konservativ				

+Euthanasie
BD = Bohrdraht
S = Schraube

* (%) Längendifferenz-Angabe in Prozent zur unverletzten Tibia

7 der 12 behandelten Patienten konnten kontrolliert werden. Bei 3 Hunden wurden keine Längendifferenzen, aber erhebliche Achsenabweichungen festgestellt (Abb. 51, 54, 55). Bei 4 weiteren Patienten wurde eine Verkürzung von 3 mm (3x) bzw. 15 mm beobachtet (Abb. 49, 5o, 52, 53).

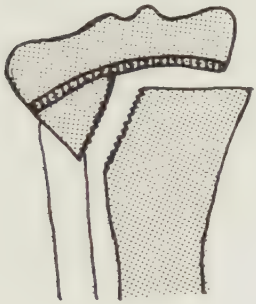


Abb. 49 a

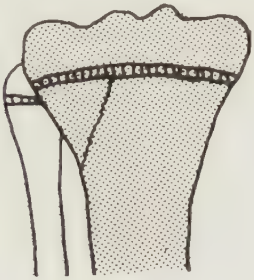


Abb. 49 b

a Epiphysiolysis mit metaphysärem Fragment, Dackel 5 Monate
b konservative Versorgung; Verkürzung 3 mm

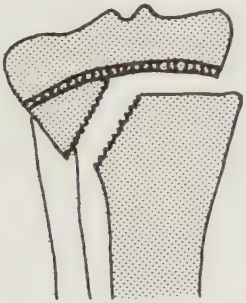


Abb. 5o a

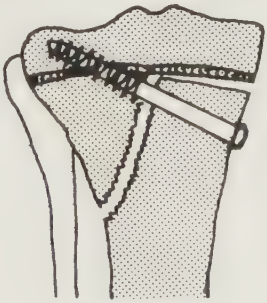


Abb. 5o b

a Epiphysiolysis mit metaphysärem Fragment, Schäfer 7 Monate
b operative Versorgung mit Spongiosaschraube bei unvollständiger Reposition; Fuge in Montage einbezogen, keine Kompression der Fuge, da Schraube aufgrund der Fragmentdislokation nicht als Zugschraube wirkt; Verkürzung: 3 mm, kein Abkippen des Tibiakopfes; keine Lahmheit

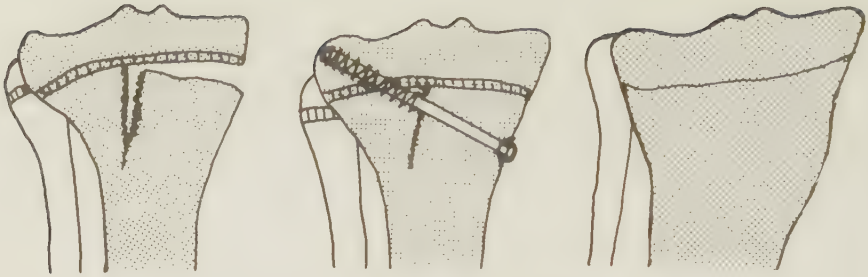


Abb. 51 a Abb. 51 b Abb. 51 c

a Epiphysiolysis mit metaphysärem Fragment, Schäfer 5 Monate
b operative Versorgung mit Zugschraube, die durch die Fuge bis in die Epiphyse reicht, dadurch erhöhter Druck auf den fibulären Teil der Epiphysenfuge, in diesem Bereich vorzeitiger Fugenschluß
c keine Verkürzung; Tibiakopf gekippt, Valgusstellung; Funktion: keine Lahmheit

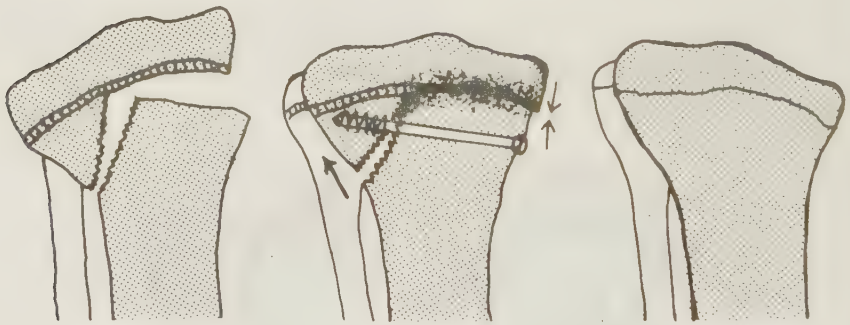


Abb. 52 a Abb. 52 b Abb. 52 c

a Epiphysiolysis mit metaphysärem Fragement, Dalmatiner 8 Monate
b Zugschraube bei unvollständiger Reposition, Fuge in Montage nicht miteinbezogen, erhöhte Kompression auf den fibulafernen Teil der Fuge, aufgrund der Dislokation hier vorzeitiger Fugenschluß
c Verkürzung um 2o mm, Tibiakopf nach medial gekippt, Varusstellung; Funktion: geringgradige Lahmheit

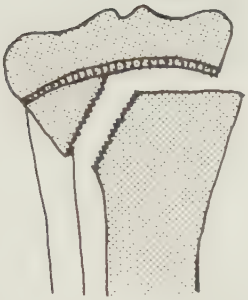


Abb. 53 a

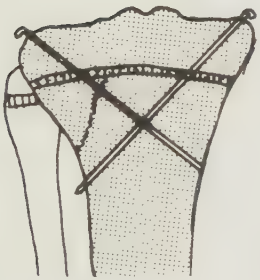


Abb. 53 b

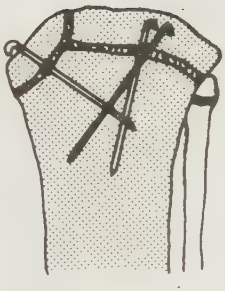


Abb. 53 c

a Epiphysiolysis mit metaphysärem Fragment und Apophysiolysis, Pudel 7 Monate
b und c operativ behandelt mit 2 gekreuzten Bohrdrähten zur Fixation der Epiphyse und einem Bohrdraht zur Fixation der Apophyse.
Verkürzung um 3 mm, keine Deformation; keine Lahmheit

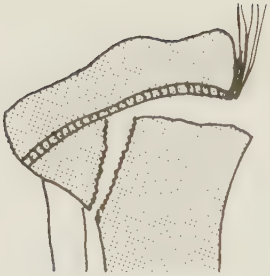


Abb. 54 a

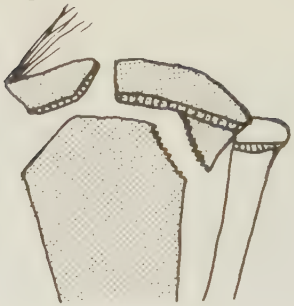


Abb. 54 b

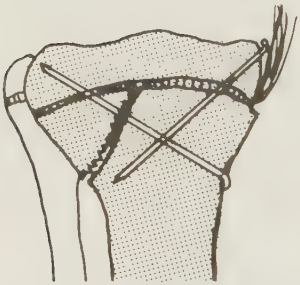


Abb. 54 c

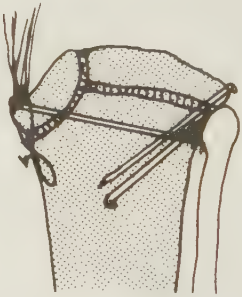


Abb. 54 d

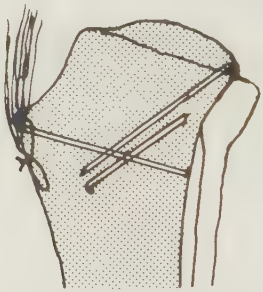


Abb. 54 e

Abb. 54 f

a und b Epiphysiolysis et apophysiolysis tibiae mit metaphysärem Biegungskeil: Pudel 4 Monate, operativ versorgt; c und d mit 2 Bohrdrähten (Epiphyse) und Zuggurtung (Apophyse); Epiphyse nicht korrekt reponiert, dadurch erhöhter Druck auf fibularen Anteil der Epiphysenfuge mit e aufrichtendem Wachstum des Tibiakopfes und medial verkrümmter Tibia; f frühzeitiger Tibia-Apophysenschluß bei gleichzeitigem Weiterwachsen der Tibia-Epiphyse; Tuberositas-Tiefstand; funktionell ohne Beschwerden

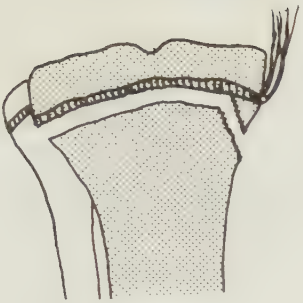


Abb. 55 a

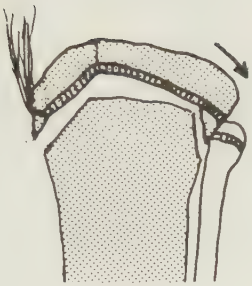


Abb. 55 b

Abb. 55 c

Abb. 55 d

a Proximale Tibia-Epiphysiolysis mit metaphysärem Fragment medial, und b Apophysiolysis: Spitz, 6 Monate, konservativ behandelt; c geringe Varusfehlstellung durch vorzeitigen Fugenschluß medial; d Tuberositas tibiae Hochstand, Abgleiten der Epiphysenfuge kaudalwärts (b) durch Zug des Ligamentum rectum patellae; Funktion: keine Lahmheit.

3.8.3. Proximale Tibia-Epiphysenfugenfraktur mit metaphysärem Fragment

5 Hunde mit proximaler Tibia-Epiphysenfraktur mit metaphysärem Fragment wurden vorgestellt. 2 der Hunde wurden auf Wunsch der Besitzer wegen zusätzlicher Verletzungen eingeschläfert.
3 Patienten wurden behandelt. Die Behandlung und das Ergebnis sind in der Tabelle 23 erfaßt und in der Abbildung 56 erläutert.

Tab. 23 Proximale Tibia-Epiphysenfugenfraktur mit metaphysärem Fragment.

Rasse	Alter (Mon.)	Therapie	Funktion	Verkürzung mm	Fehlstellung (%)*	Abb.
Malteser	4	konservativ				
Spaniel	5	BD + Drahtschlinge	Lahmheit	15	ja (lo,l)	56
Schäfer+	6					
Dackel+	8					
Dackel	12	S	-	o	-	

+Euthanasie

BD = Bohrdraht
S = Schraube

*(%) Längendifferenz-Angabe in Prozent zur unverletzten Tibia

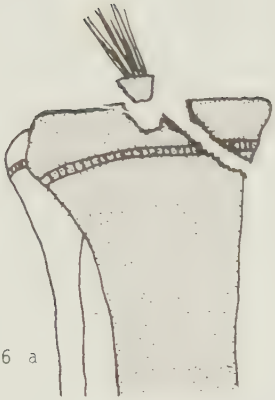
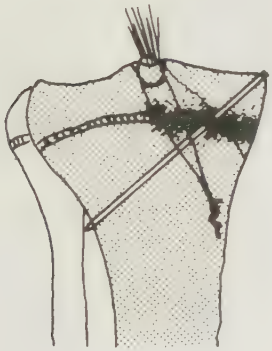
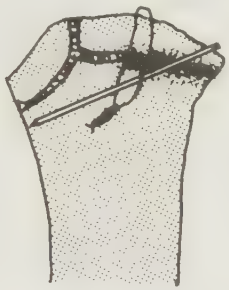


Abb. 56 a

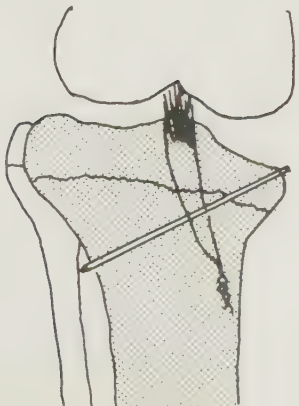
Abb 56 a - e
a) Epiphysenfugenfraktur mit metaphysärem Fra
ment und knöcherner Kreuzbandabriß; Spaniel
-
b und c)operative Versorgung, Fixation von ep
metaphysärem Fragment mit Bohrdraht
Fixation von knöchernem Bandabriß mit Draht-
cerclage
Durch Cerclage erhöhte Kompression auf den fi
bulafernen Teil der Fuge mit vorzeitigem teil
weisem Fugenabschluß in diesem Bereich
d und e)Tibiakopf gekippt, Verkürzung 15 mm;
Funktion: Lahmheit



56 b



56 c



56 d

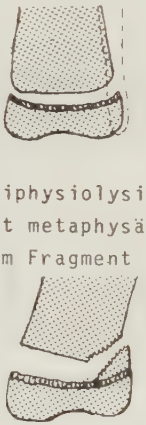
56 e

3.9. Distale Tibia-Epiphysenfuge

11 Hunde mit Lysis der distalen Tibia-Epiphysenfuge wurden vorgestellt.
Rasse und Alter der Hunde, Unfallursache, Behandlung und Verletzungstyp sind in der Tabelle 24 angegeben.

Tab. 24 Distale Tibia-Epiphysiolysis und distale Tibia-Epiphysiolysis mit metaphysärem Fragment

Rasse	Alter (Mon.)	Unfall-ursache	Therapie	Verletzungstyp
Pudel	3	Auto	konservativ	Epiphysiolysis
Schäfer	5	Sprung	konservativ	
Schäfer	5	Sprung	konservativ	
Dackel	6	?	konservativ	
Dackel	6	Auto		
Wolfsspitz	4	?	BD + Schiene	Epiphysiolysis
Schäfer	4	Auto	BD + Schiene	mit metaphysä-
Pudel	5	Auto	konservativ	rem Fragment
Dalmatiner	6	Auto	konservativ	
Grey-Hound	7	Sprung	BD + Schiene	
Schäfer	8	Auto	konservativ	



Bei 7 Hunden war die Fibula zusätzlich gebrochen.
5 Hunde mit Epiphysenlösung wurden konservativ versorgt (Abb.57)
3 Hunde mit Epiphysenlösung und metaphysärem Fragment wurden konservativ versorgt und bei 3 Hunden wurden die Fragmente mit einem Bohrdraht fixiert.
Kontrolluntersuchungen ergaben keine Verkürzungen und keine Achsenabweichungen.

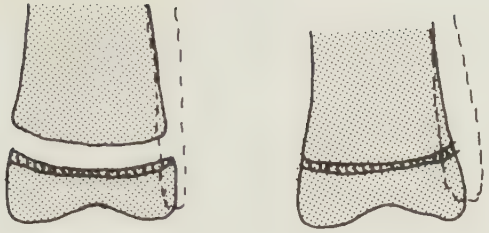


Abb. 57 Distale Tibia-Epiphysiolysis, 5 Hunde konservativ versorgt; keine Verkürzung

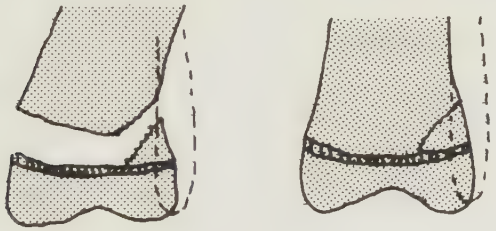


Abb. 58 Distale Tibia-Epiphysiolysis mit metaphysärem Fragment
3 Hunde wurden konservativ versorgt; keine Verkürzung

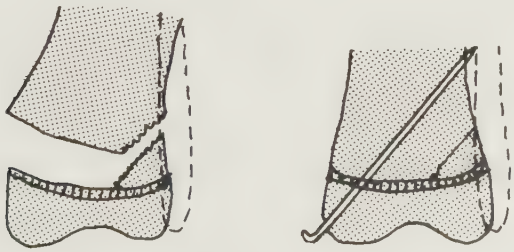


Abb. 59 Distale Tibia-Epiphysiolysis mit metaphysärem Fragment
3 Hunde wurden operativ mit Bohrdrähten versorgt; keine Verkürzung

4. Diskussion

Unter 785 Frakturen der langen Röhrenknochen bei Hunden im Alter bis zu einem Jahr machten Verletzungen (232) im Bereich der Epiphysenfugen 3o% aus. Die Epiphysenfugen-Abschnitte der Beckengliedmaße waren mit 64% wesentlich häufiger betroffen, als die der Schultergliedmaße mit 36%. Damit entspricht diese Feststellung etwa den Angaben von SCHEBITZ et al (198o) für Gliedmaßenfrakturen beim Hund. Sie fanden 62% aller Frakturen an der Hinterextremität und 38% an der Vorderextremität.
Im eigenen Patientengut war der Anteil der Verletzungen im Bereich der distalen Femur-(37,5%) und der distalen Humerus-Epiphysenfugenscheibe (22,8%) auffallend groß. Insgesamt machen Schäden im Epiphysenfugenbereich an Femur und Humerus etwa (73%) drei Viertel der Gesamtzahl aus.
Hunde kleinwüchsiger Rassen waren mit 63% häufiger betroffen als Hunde großwüchsiger Rassen mit 37%. Dies erklärt sich durch den hohen Anteil kleinwüchsiger Hunde mit Schäden im Bereich der distalen Humerus- bzw. Femur-Epiphysenfuge und stimmt mit den Beobachtungen von KÖSTLIN (1973) und BRUNNBERG (1974) überein.
Es hat sich gezeigt, daß die meisten Verletzungen im Bereich der Epiphysenfugen bei Hunden im Alter bis 6 Monate entstanden (Abb. 6 und 7). Das entspricht der Zeitspanne mit der höchsten Wachstumsintensität (HENSCHEL 1971 u. 1973). Denkbar ist, daß die Epiphysenfuge während dieser Zeit wegen der hohen Umbaurate gefährdet ist. Ob Wachstumsbeschleunigung, -intensität und damit Verletzbarkeit der Epiphysenfuge in dieser Zeitspanne durch eine hormonelle Umstellung während der Pubertät verursacht wurden, wie diese Phänomene für den Menschen erklärt werden (COTTA 1977), kann für den Hund nur vermutet werden.
Eine Geschlechtsdisposition, wie sie experimentell von MORSCHER (1968) für männliche Ratten vor der Geschlechts-

reife festgestellt wurde, konnte bei den eigenen klinischen Untersuchungen nicht bestätigt werden. Männliche bzw. weibliche Hunde waren, wie bereits bei der Geschlechtsverteilung besprochen (Tab. 2) gleichhäufig betroffen.
72% aller Verletzungen (Tab. 25) im Bereich der Epiphysenfuge waren Lysis (18%) bzw. Lysis mit metaphysärem Fragment (54%). Dieser hohe Prozentsatz wird vor allem durch die Vielzahl der Epiphysiolysen der distalen Femur-, distalen Radius- und/oder Ulna-, proximalen Humerus und den Tibia Epiphysenfugen bestimmt.
In 27% der Fälle wurde eine Epiphysenfraktur festgestellt. In Übereinstimmung mit BRUNNBERG (1974) kann sie als typische Verletzungsform der distalen Humerus-Epiphysenfuge angesehen werden. Außerdem wurde sie im Bereich der proximalen Radius- und Tibia-Epiphyse diagnostiziert.
Eine Stauchung der Epiphysenfuge konnte primär bei nur einem Patienten festgestellt werden. Zu berücksichtigen bleibt aber: Die Klassifikation der Verletzungen in bestimmte Verletzungstypen stützte sich in diesen Untersuchungen nur auf die Röntgenbefunde. Damit lassen sich Verletzungen des Stratum germinativum durch Stauchung kaum erfassen. In den eigenen Untersuchungen sind viele Wachstumsstörungen aber nur durch diese Verletzungsform der Proliferationszone zu erklären, sei es durch den Unfall oder durch Sekundärtraumen, wie sie durch Fragmentreibung oder Repositionsmanöver entstehen können. Letztlich dürfte die Stauchung damit häufiger vorgelegen haben, als sie primär diagnostiziert wurde.
Verletzungsformen lassen sich aus dem Unfallmechanismus ableiten. Dabei bestimmen nach MORSCHER (1977) Richtung der einwirkenden Kraft, deren Größe, die Widerstandsfähigkeit der einzelnen Knorpelschichten innerhalb der Wachstumsfuge und die Widerstandsfähigkeit des benachbarten Knochengewebes der Epiphyse und Metaphyse den Verletzungstyp.

Epiphysenlösung
Im eigenen Patientengut wurde der Verkehrsunfall (72%) als Hauptursache der Epiphysiolysis angegeben. Bei diesem

Tab. 25 Verletzungstyp und Anzahl

Lokalisation		Lysis	Lysis mit metaphysärem Fragment	Fraktur	Fraktur mit metaphysärem Fragment	Stauchung
Humerus	proximaler	7				
	distaler		5		48	
Radius	proximaler	1	2		2	
	distaler	10	1			1
Ulna		7				
distale Femur		1	84		2	
Tibia	proximale	7	16		5	
	distale	5	6			
SUMME		38	114		57	1

Unfallmechanismus wirken vorwiegend Zug- und Scherkräfte. Am wachsenden Knochen gibt dann primär das Knorpelgewebe im Bereich der metaphysennahen Zone der hypertrophischen Knorpelzellen nach. Die Prognose dieser Verletzung ist günstig, weil die Proliferationszone primär nicht betroffen und die Blutversorgung von Epi- und Metaphyse unverletzt ist (MORSCHER 1977, SCHEBITZ et al 1980).
Im Gegensatz dazu wurde in den eigenen Untersuchungen nach Epiphysiolysis häufig eine Wachstumsstörung in Form von Längendifferenz (Verkürzung, Verlängerung) und/oder Achsenabweichung oder aufrichtendes Längenwachstum festgestellt.

Die Störungen lassen sich in den meisten Fällen auf die Behandlung zurückführen,

weil die Fragmente mit einer die Epiphysenfuge kreuzenden Zugschraube oder Zuggurtung fixiert wurden (proximale Humerus-Epiphysenfuge, distale Femur-Epiphysenfuge, proximale Tibia-Epiphysenfuge). Dadurch entstanden breitflächig oder partiell hohe Kompressionsspannungen in der Fuge, die zum allmählichen Erliegen des Wachstums und vorzeitigen Fugenschluß führten;

weil der Wachstumsknorpel durch wiederholte Repositionsversuche, vor allem bei Lösungen der distalen Radius-/Ulna- und der proximalen Tibiafuge, zerstört wurde;

weil die Fragmente unvollständig reponiert wurden und/oder interponiertes Periost belassen wurde.

Zweifelhaft scheint die Prognose immer nach Epiphysiolysis proximalis radii zu sein. Bei den eigenen Patienten wurde jeweils eine Verkürzung des Radius mit Deformation des Radiusköpfchens festgestellt. Es ist anzunehmen, daß bei diesem seltenen Verletzungstyp, abgesehen von der Lysis, immer auch eine Stauchung des Stratum germinativum besteht. Ob außerdem, wie beim Menschen, die Blutversorgung der Epiphyse mitgestört ist, muß offenbleiben.
Interessant ist, daß nach Epiphysenlösung am distalen Oberarm (Deutscher Schäferhund 13 mm, Dobermann 12 mm) vermehrtes Längenwachstum festgestellt wurde. Vorstellbar ist, daß die Verlängerung durch Hyperämie, ausgelöst durch das Trauma, die

fugennahen Manipulationen bei der operativen Versorgung und die fugennahe Lage der Implantate entstand. Experimentell konnten durch vergleichbare hyperämisierende Maßnahmen, wie z.B. Periost stripping oder Auffüllung der Markhöhle in Epiphysennähe mit Fremdmaterial und anderes, ähnliche Ergebnisse erzielt werden (MORSCHER und TAILLARD 1965,KHOURY SOLA et al.1963).

Epiphysenfraktur

Wirken Druckkräfte auf wachsenden Knochen, gibt primär der Knochen nach; es kommt zur Epiphysenfraktur. Das läßt sich im eigenen Patientengut für die Frakturen der distalen Humerusepiphyse aus dem Unfallablauf erklären. Mit einem Sprung auf den Unterarm wird die einwirkende Kraft über den Radius als in Längsrichtung wirkende Druckkraft auf das Capitulum humeri übertragen. Es entsteht eine Fraktur des Epiphysenknochens. Die Fraktur kreuzt die Germinativzone, deswegen ist die Prognose zweifelhaft. Eine Wachstumsstörung kann nur durch eine "wasserdichte" (WAGNER 1974) und stufenlose Adaption der Fragmente verhindert werden. Weitere Voraussetzung für ungestortes Wachstum ist, daß keine zusätzliche Schädigung des Wachstumsknorpels durch Stauchung vorliegt(SALTER und HARRIS 1963,MORSCHER 1973,WEBER 1978). Die enormen Verkürzungen und Achsenabweichungen nach Fraktur im Bereich der Epiphysenfuge am Unterarm an Femur und Tibia sind nur durch eine solche Schädigung des Stratum germinativum erklärbar.
Umso bemerkenswerter ist, daß bei sieben Hunden nach Fraktur der distalen Humerusepiphyse eine Verlangerung des verletzten Oberarms bis zu 5 mm festgestellt wurde.
Die Untersuchungen haben ergeben, eine Wachstumsstörung kann aufgrund des Verletzungstyps und nach Abschluß der ersten Behandlung zwar vorausgesehen werden, genau erkannt wird sie aber erst beim weiteren Längenwachstum. Das Ausmaß der Störung hängt aber nicht nur vom Verletzungstyp und der Behandlung ab, sondern auch vom Alter des Tieres bei der Verletzung und vor allem von der Schädigung des Stratum germinativum, die klinisch und röntgenologisch bei der ersten Untersuchung meist nicht feststellbar ist.

Die klinische Erfahrung, daß der Hund Längendifferenzen im Bereich von Oberarm, Oberschenkel und Unterschenkel funktionell meist gut kompensieren kann,hat sich bestätigt.
Eine Achsenverkürzung des Skeletts der Vorderextremität wird mit einer Schrittverkürzung ausgeglichen. Durch Verlagerung des Schulterblatts versucht der Hund die Verkürzung zu kompensieren. Das führt zum Bild einer schmerzfreien Lahmheit (BRUNNBERG et al 1979, SCHEBITZ 1980). Vermehrtes Längenwachstum nach Lysis bzw. Fraktur im Bereich der distalen Humerusfuge trachtet der Patient durch eine gleichartige Verlagerung der Schultergliedmaße der unverletzten Extremität auszugleichen.
Die klinische Erfahrung, daß Achsenverkürzung des Skeletts der Hinterextremität durch Öffnung der Winkel in Sprung-, Knie- und Hüftgelenk funktionell kompensiert wird(KÖSTLIN 1973, MATIS 1977, PFEFFER 1977, SCHÜRRLE 1979), konnte durch die eigenen Untersuchungen bestätigt werden.
Dabei hat sich gezeigt, daß Längendifferenzen bis zu etwa 10% zur Länge des unverletzten Ober-/Unterschenkels ausgeglichen werden. Nicht kompensiert werden Verkürzungen über 10%.
Die Untersuchungen ergaben außerdem , daß selbst eine Achsenfehlstellung in Form von Varus- und Valgusabweichung das funktionelle Ergebnis nicht beeinträchtigten. Es ist aber davon auszugehen, daß diese Fehlstellungen zu Veränderungen im Sinne einer sekundären Arthropathia deformans führen, die früher oder später eine Lahmheit zur Folge haben können.

Am Unterarm führt eine Wachstumsstörung immer dann auch zu einer funktionellen Störung, wenn nur eine der Epiphysenfugen der Ossa antebrachii verletzt war, weil dadurch die funktionelle Einheit, das synchrone Wachstum von Radius und Ulna, gestört war. (RISER und SHIRER 1965, CLAYTON-JONES und VAUGHN 1970, O'BRIEN, MORGAN und SUTER 1971, HENSCHEL 1972, 1973, 1977, CARRIG und MORGAN 1975).
Das führte, abgesehen von der Verkürzung und Inkongruenz in Ellbogen und/oder Carpalgelenk, auch zur Achsenabweichung. Diese Veränderungen machen immer eine operative Korrektur notwendig.

Behandlungsrichtlinien:
Aufgrund dieser Untersuchungen ergibt sich für die Behandlung einer Epiphysenlösung bzw. Fraktur: Abgesehen von der Fugenlockerung sollte die Epiphysenlösung operativ versorgt werden, weil die gedeckte Reposition meist nicht gelingt und bei wiederholten Repositionsmanövern häufig der empfindliche Wachstumsknorpel verletzt wird und dann mit Wachstumsstörungen zu rechnen ist.
Bei der operativen Versorgung ist darauf zu achten, daß die Fragmente korrekt reponiert sind, gegebenenfalls sollte das Repositionsergebnis mit einer Minimalosteosynthese gesichert werden.
Eine Wachstumsstörung darf nicht durch die Osteosynthese entstehen.
Die Epiphysenfraktur muß operativ versorgt werden, da eine Wachstumsstörung nur durch anatomisch korrekte Reposition und Fixation der Fragmente verhindert werden kann. Abgesehen davon ist jede Epiphysenfraktur immer auch eine intraartikuläre Fraktur, deren operative Versorgung beim Hund wegen der beschränkten Möglichkeiten einer Immobilisierung notwendig ist.
Um eine Wachstumsstörung frühzeitig zu erkennen und dann gegebenenfalls entsprechende Korrekturmaßnahmen durchführen zu können, sind Kontrolluntersuchungen - klinisch und vor allem radiologisch - etwa im Abstand von 14 Tagen notwendig.
Aus den Ergebnissen folgt, daß Wachstumsstörungen am Unterarm operativ korrigiert werden müssen. Bei ausgeprägten Achsenverkürzungen (über 1o%) des Skeletts der Hinterextremität sollte schon während des Wachstums eine Verlängerungsosteotomie durchgeführt werden.

5. Zusammenfassung

Von 785 Hunden im Alter bis zu einem Jahr mit Fraktur eines langen Röhrenknochens war bei 232 Hunden die Epiphysenfuge in Form von Lysis, Fraktur, Stauchung betroffen. Verletzungen der Epiphysenfugen der Hinterextremität waren mit 64% häufiger als Verletzungen der Epiphysenfugen der Vorderextremität mit 36%. Das entspricht etwa der Frakturverteilung beim Hund an Vorder- und Hinterextremität (SCHEBITZ et al 1980).
Dabei machen Femur- (47,2%) und Humerus-Epiphysenfugen insgesamt etwa drei Viertel (73%) aller Fugenverletzungen aus.

Männliche und weibliche Hunde sind etwa gleich häufig betroffen (29,3% bzw. 29,9%).
Die Mehrzahl der Fugenverletzungen wurde bei Hunden im Alter bis zu 6 Monaten (62%) festgestellt.
Hunde kleinwüchsiger Rassen waren häufiger als Hunde großwüchsiger Rassen betroffen.

Folgende Verletzungstypen wurden festgestellt:
Lyse (38), Lyse mit metaphysärem Fragment (114), Epiphysenfraktur (57) und Stauchung der Epiphysenfuge (1).

Die Lyse machte mit 72,4% den weitaus größten Anteil der Fugenverletzungen aus. Als Lyse mit metaphysärem Fragment ist sie die typische Verletzungsform der distalen Femurfuge.
Die Fugenfraktur ist mit 27,6% wesentlich seltener. Sie ist die typische Verletzungsform für die distale Humerus-Epiphysenfuge. Lysen entstanden in der Mehrzahl nach Verkehrsunfällen, während in der Mehrzahl der Fugenfrakturen Sturz oder Sprungverletzungen als Ursache angegeben waren.
Vermehrtes Längenwachstum wurde am Oberarm nach Lysis und Fraktur der distalen Fuge festgestellt.

Vermindertes Längenwachstum und/oder Achsenabweichung wurde festgestellt nach Lysis, Fraktur und Stauchung der proximalen Humerus-, proximalen und distalen Radius-, Ulna-, distalen Femur- und proximalen Tibiafuge. Verkürzungen und Achsenabweichungen sind in der Regel auf die Verletzung der Fuge beim Unfall oder auf sekundäre Traumen zurückzuführen.
In den Untersuchungen wurden, abgesehen von der statistischen Erfassung, die Verletzungen im Bereich der proximalen Femur-Epiphysenfuge nicht erfaßt.

6. Summary

Among 785 dogs up to the age of one year suffering from fractures of long bones the epiphyseal plates of 232 dogs were loosened, fractured or crushed. Hind leg epiphyseal plates were injured more often (64%) than front leg epiphyseal plates (36%).
These percentages correspond approximately to the dogs' apportionment of fractures of front and hind legs (SCHEBITZ et al 1980). About three quarters (73%) of all plate injuries occured at femur (47,2%) and humerus epiphyseal plates. Male and female dogs were injured with about the same frequency (29,3% vs. 29,9%).

The majority of plate injuries was diagnosed in dogs up to the age of 6 months (62%). Dogs of small breeds were injured more often than dogs of large breeds.
The following types of injuries were stated:
Lysis (38), lysis with metaphyseal fragment (114), epiphyseal fracture (57) and sprain of the epiphyseal plate (1). With a percentage of 72,4% the lysis constitutes by far the largest fraction of plate injuries.
Lysis with metaphyseal fragment is the typical form of injury of the distal femur plate.
The plate fracture is found less frequently (27,6%).
It represents the typical form of injury of the distal humerus epiphyseal plate.
In the majority of the cases, lysis was inflicted by traffic accidents, while most of the plate fractures were caused by jumping accidents.
Lysis and fracture of the distal plate of the humerus induced an increased longitudinal growth of the bone involved. A diminished longitudinal growth of the humerus and/or a deviation of the axis were found after lysis, fracture and sprain of the proximal humerus plate, the proximal and distal radius and ulna plate, the distal femur plate and the proximal tibia plate.
Shortenings and deviations of the axis are to be attributed in most cases to the plate injury induced by the accident or to secondary injuries. Apart from the statistical registration, injuries of the proximal femur epiphyseal plate were not included in this research.

Literaturverzeichnis

Aitken,A.P.,H.K.MaGill (1952):Fractures involving the distal femoral epiphyseal cartilage.J.Bone J.Surg.34 A 96.

Bergenfeldt,E. (1933):Beiträge zur Kenntnis der traumatischen Epiphysenlösung an den langen Röhrenknochen der Extremitäten. Acta Chir.Scand.,Suppl.28.

Brunnberg,L. (1974): Humerusfrakturen mit Beteiligung des Ellbogengelenks - Behandlung und Ergebnisse in den Jahren 1970-1972.Vet.Med.Diss.München.

Brunnberg,L.,Waibl,H.,Wiskott,U. (1979): Zur Schulterblattfraktur des Hundes. Der prakt.Tierarzt 60,11,960.

Campbell,C.J.,A.Grisolia (1959):The effects produced in the cartilaginous epiphyseal plate of immature dogs by experimental surgical traumata.J.Bone J.Surg.41-A 1221.

Carrig,C.B., J.P.Morgan (1975):Asynchronous Growth of the Canine Radius und Ulna. - Early Radiographic Changes Following Experimental Retardation of Longitudinal Growth of the Ulna.A reprint from Volume XVI,No 4 J.Am.Vet.Radiol.Soc.

Chapman,W.L. (1965):Appearance of Ossification Centers and Epiphysial Closures as Determined by Radiographic Techniques, J.Am.Vet.Med.Ass. 147, 138 -141

Clayton-Jones,D.G.,L.C.Vaughan (1970):Disturbance in the growth of the radius in dogs.J.small Anim.Pract.11,453-468.

Cotta,H. (1977):Reaktionsmöglichkeiten der Wachstumsfuge unter pathologischen Bedingungen.Z.Orthop.115.,547.

Cotta,H.und K.Reuterberg (1979):Physiologie und Pathologie der Wachstumsfuge.Z.Orthop.117.,1.

Crawford, J., Campbell,A.Grisolia,G.Zanconato (1959): The effects produced in the catilaginous epiphyseal plate of immature dogs by experimental surgical traumata. Bone and Joint Surg. 41-a,No 7.

Gelbke,H. (1953): Tierexperimentelle Studie an der verletzten Epiphysenfuge.Z.Orthop. 83., 201.

Grau H.,P.Walter (1967): Grundriß der Histologie und vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Haussäugetiere. Verlag Paul Parey Berlin und Hamburg.

Hare,W.C.D. (1959b):Radiographic Anatomy of the Canine Pectoral Limb. Part II - Developing Limb. J.Am.Vet.Med.Ass. 135, 305-310

Derselbe (1960):The Age at Which Epiphyseal Union Takes Place in the Limb Bones of the Dog. Wien. Tierärztl. Mschr. Festschrift Schreiber 224-245

Henschel,E. (1972):Zur Anatomie und Klinik der wachsenden Unterarmknochen.Arch.exp.Vet.med.26,741-787.

Henschel,E. (1973):Funktion und vergleichend-anatomische Bedeutung des Ligamentum radioulnare der Karnivoren. Anat.Anz.133,445-449.

Henschel,E. (1973):Zum Längenwachstum von Humerus,Os femoris und Tibia des Hundes.Kleintierpraxis 18,98.

Henschel,E. (1977):Asynchrones Längenwachstum der Ossa antebrachii und seine Wirkung auf die Articuli cubiti beim Hund.Tierärztl.Prax.5,227-23?.

Hert,J.,M.Liskova (1964):Proliferation der Epiphysenknorpelzellen nach Änderung der Belastung.Z.Mikrosk.Anat.Forsch. 71,185-197.

Kneese,K-H. (1979):Stützgewebe und Skelettsystem. In: v.Möllendrff,W.und W.Bargmann,Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen II/5,Springer-Verlag,Berlin/ Heidelberg/New York.

Kneese,K-H.,A.M.Knoop (1960):Elektronenmikroskopische Beobachtungen über die Zellen in der Eröffnungszone des Epiphysenknorpels.Z.Zellforsch.54,1.

Köstlin, R. (1973): Kniegelenk(nahe) Frakturen des Femur bei Hund und Katze. Behandlung und Ergebnis in den Jahren 197o-1972. Vet.med.Diss., München.

Khoury Sola,C.,F.S. Silberman,R.L. Cabrini (1963): Stimulation of the longitudinal growte of long bones by Periostal Stripping. J. Bone J. Surg. 45-A, 1679

Matis, U. (1977): Zur Drahtzuggurtung distaler Epiphysiolysen bzw. supracondylären Frakturen des Femurs bei Hund und Katze. Berl. Münch. Tierärztl.Wschr. 9o, 24o-243.

Meyer,H. (1977): Unterarmfrakturen des Hundes, Behandlung und Ergebnis. Vet.Diss.München.

Morscher, E., P.A. Desaulles (1964): Die Festigkeit des Wachstumgsknorpels in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht. Schweiz. med. Wschr. 94, 582.

Morscher,E.,Taillard W. (1965):Beinlängenunterschiede, Reconstr. Surg. and Traumatal Basel, New York: Karger

Morscher, E. (1968): Strength and Morphology of growth cartilage under hormonal Influence of Puberty. Reconstruction Surgery and Traumatology, 1o,Basel, S. Karger, New York.

Morscher, E. (1973):Verletzungen der Wachstumsfugen. Orthop. Prax., 9, 315.

Morscher, E. (1977): Zur Klassifikation der Epiphysenfugenverletzungen. Z! Orthop., 115, 557.

Nickel, R.,A. Schummer, E. Seiferle (1977): Lehrbuch der Anatomie der Haustiere Band I: Bewegungsapparat 4. Auflage verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.

O'Brien, C.B., S.P. Morgan, P.F. Suter (1971): Epiphyseal plate injury in the dog: a radiographic study of growth disturbance in the forelimb.J.small Anim. Pract. 12, 19-36.

Ollier, L. (1873): Recherches experimentales sur le mode d'accroissement des os.Arch.physiol.normale et pathol.5, 5-42.

Pauwels, F.: Funktionelle Anpassung des Knochens durch Längenwachstum. Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 45. Kongress 1957, 34.

Pfeiffer,Ch. (1977): Unterschenkelfrakturen beim Hund. Vet.Diss.München.

Riser, W., J.F. Shirer (1965): Normal and abnormal growths of the distal foregleg in large and giant dogs. J. Amer. Vet. Radiol. soc. 6, 5o-64.

Salter, R.B., W.R. Harris (1963): Injuries involving the epiphyseal plate. J. Bone J. Surg. 45-A, 587.

Schaeffer,H. (1934):Die Ossifikationsvorgänge im Gliedmaßenskelett des Hundes. Gegenbaurs Morph. Jahrbuch 74, 472-514

Schebitz,H.,L.Brunnberg,B.Vollmerhaus,H.Waibl,B.Beck (1976): Zur Versorgung der Frakturen am Condylus humeri des Hundes.Berl.Münch.Tierärztl.Wschr.89,382-386 und 389-394.

Schebitz H.,H.Wilkens (1977):Atlas der Röntgenanatomie von Hund und Katze.Verlag Paul Parey Berlin und Hamburg.

Schebitz,H.,B.Vollmerhaus,L.Brunnberg,U.Matis,H.Roos, H.Waibl,R.Köstlin (1980):Zur Frakturbehandlung beim jungen Hund.Im Druck.

Schroeder,M. (1978):Beitrag zur Entwicklung des Skeletts der Vordergliedmaße beim deutschen Schäferhund.Vet.med. Diss.,München.

Schwalbe,G. (1876): Über die Ernährungskanäle der Knochen und das Knochenwachstum.Z.Anat.-Entw.Gesch. 1,3o7-352.

Schürrle,G. (1979):Femurschaftfrakturen beim Hund.Behandlung und Ergebnisse in den Jahren 1970-1977.Vet.med.Diss.,München.

Seoudi,K. (1948):X-ray Examination of "Epiphyseal Union" as an Aid to the Estimation of the Age in Dogs. Brit.Vet.J. 104, 150-155

Siffert, R.S. (1956): The effect of staples and longitudinal wires on epiphyseal growth. J. Bone J. Surg. 38-A, 1o77.

Smith,R.N., J.Allcock (1960):Epiphysial Fusion in the Greyhound. Vet.Rec. 72, 75-79

Steinert,V. (1965):Epiphysenlösungen und Epiphysenfrakturen. Arch.Orthop.Unfallchir.58,200.

Süssenbach,F.,B.C.Weber (1970):Epiphysenfugenverletzungen am distalen Unterschenkel.Huber,Bern-Stuttgart-Wien.

Sumner-Smith,G. (1966):Observations of Epiphyseal Fusion of the Canine Appendicular Skeleton. J.Small Anim. Pract. 7, 303-311

Trueta,J. (1963):The role of the vessels in osteogenesis. J.Bone j.Surg.45-B,402.

Trueta,J.,V.P.Amato (1960):The vascular contribution to osteogenesis III!Changes in the growth cartilage caused by experimentally induced ischaemia.J.Bone J.Surg.42-B,571.

Trueta,J.,J.D.Morgan (1960):The vascular contribution to osteogenesis I.Studies by the injection method. J.Bone J.Surg.42-B,97.

Vollmerhaus,B.,H.Roos (1980):Die postnatale Modellierung der Unterarmknochen des Hundes im Zuge funktioneller Anpassung.Berl.Münch.Tierärztl.Wschr.93,150-155.

Wagner,H. (1972):Die biologische Reaktion des Knochengewebes und des Epiphysenknorpels auf die Verschraubung. Z.Orthop.110,914.

Weber,B.G. (1964):Epiphysenfugenverletzungen.Helv.Chir. Acta 31,103.

Weber,B.G.,G.Brunner,F.Freuler (1978):Die Frakturenbehandlung bei Kindern und Jugendlichen.Springer-Verlag Berlin/Heidelberg/ New York.

Widmer,W. (1978):Beitrag zur Entwicklung des Skeletts der Hintergliedmaße beim deutschen Schäferhund.Vet.med. Diss.,München.

Es ist mir ein besonderes Anliegen Herrn Professor Dr.Dr.h.c. H.Schebitz für die freundliche Überlassung des Themas und die jederzeit gewährte Unterstützung bei der Durchführung dieser Arbeit zu danken.

Herzlichst möchte ich mich bei Herrn Dr. L.Brunnberg für seine wertvolle Hilfe, Anleitung und verständnisvolle Betreuung bei der Erstellung dieser Arbeit bedanken.

Ich danke auch allen Mitarbeitern der Klinik, die mir mit Ratschlägen und Hinweisen beistanden.

LEBENSLAUF

Am 25. Dezember 1953 wurde ich als Tochter des Tierarztes Dr.Jakob Kammermeier und seiner Ehefrau Erika, geb. Thurmaier, in Ginglkofen geboren.

Nach dem Besuch der Volksschule in Artlkofen erwarb ich im Juni 1973 das Zeugnis der Reife am Gymnasium Seligenthal in Landshut.

Im November 1974 begann ich das Studium der Tiermedizin an der Tierärztlichen Fakultät der Universität München, das ich im Januar 1980 mit dem Staatsexamen beendete.

Das Thema der vorgelegten Arbeit wurde mir im Februar 1980 gestellt.

Während der Durchführung meiner Arbeit wurde ich mit einem Promotionsstipendium unterstützt.